Νέο Φροντιστήριο

Τράπεζα Θεμάτων Γ Λυκείου

Χημεία

Κεφάλαιο: 7 Οργανική Χημεία

Θέμα 2

Θέμα 2ο

2.1 Το στοιχείο Χ ανήκει στην 3η περίοδο και στην 13η (IIIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

α) Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου Χ σε υποστιβάδες, στη θεμελιώδη κατάσταση. *(μονάδες 5)*

β) Να υπολογίσετε τον ατομικό αριθμό του Χ. *(μονάδες 2)*

Μονάδες 7

2.2 Να συμπληρώσετε τα προϊόντα και τους συντελεστές στις επόμενες χημικές εξισώσεις:

α) $K_2Cr_2O_7 + CH_3CH_2OH + H_2SO_4 \rightarrow$ (πλήρης οξείδωση)

β) $CH_3COOH + NaHCO_3 \rightarrow$

Μονάδες 6

2.3 Με βάση τη μοριακή δομή, να ταξινομήσετε κατά αύξουσα σειρά την ισχύ των παρακάτω οξέων σε υδατικά διαλύματα: βρωμοαιθανικό οξύ ($BrCH_2COOH$), χλωροαιθανικό οξύ ($ClCH_2COOH$) και φθοροαιθανικό οξύ (FCH_2COOH) *(μονάδες 6),* αιτιολογώντας την απάντησή σας. *(μονάδες 6)*

Δίνονται οι σειρές ισχύος του επαγωγικού φαινομένου:

-I επαγωγικό φαινόμενο: $-C_6H_5 < -NH_2 < -OH < -I < -Br < -Cl < -F < -CN < -NO_2$.

+I επαγωγικό φαινόμενο: $-H < -CH_3 < -C_2H_5 < -CH(CH_3)_2 < -C(CH_3)_3 < -COO > -O$.

Μονάδες 12

νέο φροντιστήριο

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1

Το στοιχείο Χ ανήκει στην 3η περίοδο και στην 13η (IIIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Συνεπώς, κάθε άτομό του στη θεμελιώδη κατάσταση έχει τα ηλεκτρόνιά του τοποθετημένα σε 3 στιβάδες (K, L και M), ενώ το τελευταίο του ηλεκτρόνιο τοποθετείται σε υποστιβάδα np^1.

α) Η ηλεκτρονιακή του δόμηση σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση θα είναι: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$.

β) Ο ατομικός αριθμός του Χ θα είναι ίσος με το αριθμό των πρωτονίων του πυρήνα, που για ένα ουδέτερο άτομο ισούται με το συνολικό αριθμό των ηλεκτρονίων. Επομένως Z=13.

2.2

α) $2K_2Cr_2O_7 + 3CH_3CH_2OH + 8H_2SO_4 \rightarrow 2K_2SO_4 + 2Cr_2(SO_4)_3 + 3CH_3COOH + 11H_2O$

β) $CH_3COOH + NaHCO_3 \rightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2$

2.3

Η σειρά αύξησης του -I επαγωγικού φαινομένου για μια σειρά υποκαταστατών είναι:

$-C_6H_5 < -NH_2 < -OH < -I < -Br < -Cl < -F < -CN < -NO_2$

Το -I επαγωγικό φαινόμενο πολώνει εντονότερα το δεσμό RCOO-H, με αποτέλεσμα να αποσπάται ευκολότερα το H^+.

Δηλαδή αυξάνει την ισχύ του οξέος.

Τα οξέα που συγκρίνουμε είναι του τύπου $A\text{-}CH_2COOH$.

Το στοιχείο Α αντιστοιχεί στα: -Br, -Cl, -F και η κατάταξη των ομάδων αυτών κατά αυξανόμενο –I επαγωγικό φαινόμενο είναι: - Br < - Cl < - F.

Συνεπώς η σειρά αυξανόμενης ισχύος σε υδατικά διαλύματα για τα ακόλουθα οξέα είναι : βρωμοαιθανικό οξύ ($BrCH_2COOH$) < χλωροαιθανικό οξύ ($ClCH_2COOH$) < φθοροαιθανικό οξύ (FCH_2COOH).

Θέμα 2ο

2.1

α) Να χαρακτηρίσετε κάθε μία από τις επόμενες προτάσεις ως Σωστή (Σ) ή Λανθασμένη (Λ).

i) Η αντίδραση $2\ C_4H_{10}(g) + 13\ O_2(g) \rightarrow 8\ CO_2(g) + 10\ H_2O(g)$, είναι εξώθερμη.

ii) Η σταθερά χημικής ισορροπίας (K_c) της αντίδρασης $C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$ δίνεται από τη σχέση $K_c = \frac{[CO]^2}{[C]\cdot[CO_2]}$

iii) Για το στοιχείο Χ ένας μαθητής έγραψε την ακόλουθη ηλεκτρονιακή δομή Χ: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1\ 3p_x^1\ 3p_y^1\ 3p_z^1$. Η δομή αυτή παραβιάζει τον κανόνα του Hund.

iv) Το $Cl\text{-}CH_2COOH$ είναι ισχυρότερο οξύ από το $H\text{-}CH_2COOH$.

(μονάδες 4)

β) Να αιτιολογήσετε κάθε χαρακτηρισμό σας. *(μονάδες 8)*

Δίνονται οι σειρές ισχύος του επαγωγικού φαινομένου:

-I επαγωγικό φαινόμενο: $-C_6H_5 < -NH_3 < -OH < -I < -Br < -Cl < -F < -CN < -NO_2$.

+I επαγωγικό φαινόμενο: $-H < -CH_3 < -C_2H_5 < -CH(CH_3)_2 < -C(CH_3)_3 < -COO^- > -O^-$.

Μονάδες 12

2.2 Δίνονται τα ακόλουθα ζεύγη οργανικών ενώσεων

i) $CH_3C{\equiv}CCH_2CH_3$ - $CH_3CH_2CH_2C{\equiv}CH$

ii) $CH_2{=}CHCH_2OH$ - $CH_3CH_2CH_2OH$

iii) $CH_3CH_2CH{=}O$ - $CH_3CH_2CH_2OH$

α) Για κάθε ένα ζεύγος χημικών ενώσεων να υποδείξετε μία αντίδραση που μας επιτρέπει να διακρίνουμε τη μία ένωση από την άλλη και να περιγράψετε το παρατηρούμενο οπτικό αποτέλεσμα. *(μονάδες 9)*

β) Να γράψετε τις πλήρεις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που υποδείξατε για τις περιπτώσεις (i) και (ii) *(μονάδες 4)*

Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1

α)

i) Σ, **ii)** Λ, **iii)** Λ, **iv)** Σ.

β)

i) Πρόκειται για αντίδραση καύσης και όλες οι αντιδράσεις καύσης είναι εξώθερμες.

ii) Τα στερεά παραλείπονται από την έκφραση του νόμου της ταχύτητας (επειδή έχουν σταθερή συγκέντρωση - ανάλογη με την πυκνότητά τους). Επομένως, η σωστή έκφραση της σταθεράς Χημικής Ισορροπίας είναι $K_c = \frac{[CO]^2}{[CO_2]}$.

iii) Ο κανόνας του Hund δεν παραβιάζεται αφού τα ηλεκτρόνια που καταλαμβάνουν τροχιακά της ίδιας ενέργειας έχουν παράλληλα spin (ο μαθητής, απλώς, έχει γράψει μια διεγερμένη ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του Χ).

iv) Γνωρίζουμε ότι το -I επαγωγικό φαινόμενο των υποκαταστατών ενισχύει την πόλωση του δεσμού οξυγόνου-υδρογόνου στην καρβοξυλομάδα, οπότε ενισχύει τον όξινο χαρακτήρα της. Επίσης ότι, το +I επαγωγικό φαινόμενο των υποκαταστατών περιορίζει την πόλωση του δεσμού οξυγόνου-υδρογόνου στην καρβοξυλομάδα, οπότε μειώνει τον όξινο χαρακτήρα της.

Για το οξικό οξύ έχουμε:

$$H-CH_2-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O^{\delta-}-H^{\delta+}$$

Το H- έχει +I επαγωγικό φαινόμενο, άρα περιορίζει τον όξινο χαρακτήρα της καρβοξυλομάδας.

Για το χλωρο-οξικό οξύ έχουμε:

$$Cl-CH_2-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O^{\delta-}-H^{\delta+}$$

Το Cl- έχει -I επαγωγικό φαινόμενο, άρα ενισχύει τον όξινο χαρακτήρα της καρβοξυλομάδας.

Άρα το χλωρο-οξικό οξύ είναι ισχυρότερο οξύ από το οξικό οξύ.

2.2

α)

i) Μόνο το 1-αλκίνιο ($CH_3CH_2CH_2C{\equiv}CH$) αντιδρά με μεταλλικό Na. Παρατηρούμε έκλυση φυσαλίδων (πιο συγκεκριμένα εκλύονται φυσαλίδες αερίου H_2).

ii) Μόνο η ακόρεστη ένωση ($CH_2{=}CHCH_2OH$) αντιδρά με διάλυμα Br_2. Παρατηρούμε αποχρωματισμό του κόκκινου διαλύματος Br_2.

iii) Μόνο η αλδεΰδη ($CH_3CH_2CH{=}O$) αντιδρά με ήπια οξειδωτικά όπως το διάλυμα Fehling. Παρατηρούμε σχηματισμό καστανέρυθρου ιζήματος (πιο συγκεκριμένα καταβυθίζεται Cu_2O).

β)

i) $CH_3CH_2CH_2C{\equiv}CH + Na \rightarrow CH_3CH_2CH_2C{\equiv}CNa + \frac{1}{2} H_2\uparrow$

iii) $CH_3CH_2CH{=}O + 2\ CuSO_4 + 5\ NaOH \rightarrow CH_3CH_2COONa + Cu_2O\downarrow + 2\ Na_2SO_4 + 3\ H_2O$

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

νέο φροντιστήριο

Θέμα 2ο

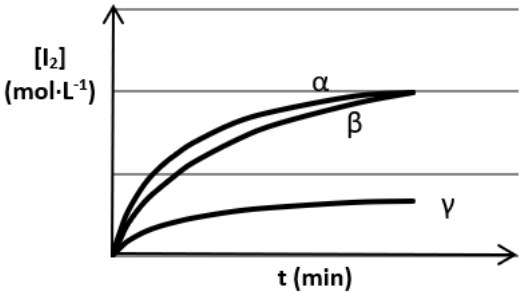
2.1 Η αντίδραση που περιγράφεται με τη χημική εξίσωση

$$Na_2S_2O_8(aq) + 2\ NaI(aq) \longrightarrow I_2(aq) + 2\ Na_2SO_4(aq)$$

μελετήθηκε κινητικά κατά τη διάρκεια των πειραμάτων 1, 2 και 3, σε τρεις διαφορετικές συνθήκες που περιγράφονται στον παρακάτω Πίνακα:

Πείραμα	**αρχική $[Na_2S_2O_8]$ ($mol \cdot L^{-1}$)**	**αρχική [NaI] ($mol \cdot L^{-1}$)**	**θερμοκρασία (°C)**
1	0,02	0,04	18
2	0,02	0,04	36
3	0,01	0,02	18

Αποτελέσματα που λήφθηκαν πριν από την ολοκλήρωση της αντίδρασης καταγράφηκαν στο παρακάτω διάγραμμα -το σχήμα δεν είναι κατασκευασμένο υπό κλίμακα-.



α) Να αντιστοιχίσετε καθεμία από τις τρεις καμπύλες α, β και γ του διαγράμματος με ένα από τα πειράματα 1, 2, 3. *(μονάδες 3)*

β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. *(μονάδες 6)*

Μονάδες 9

νέο φροντιστήριο

2.2 Σε ένα δοχείο που περιέχει μία υγρή ουσία, η ετικέτα έχει ξεθωριάσει και δεν διακρίνεται εάν γράφει πεντάνιο ή πεντένιο. Να περιγράψετε μία διαδικασία με την οποία μπορείτε να διαπιστώσετε ποια από τις δύο ενώσεις περιέχεται στο δοχείο.

Μονάδες 4

2.3 Να χαρακτηρίσετε καθεμιά από τις παρακάτω προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ). (*μονάδες 3*)

α) Το τελικό προϊόν της προσθήκης νερού σε αλκίνιο παρουσία H_2SO_4/Hg, $HgSO_4$ είναι πάντα μία αλδεΰδη.

β) Το ζεύγος NH_4^+/NH_2^- αποτελεί ζεύγος συζυγούς οξέος-βάσης.

γ) Το χλωροαιθανικό οξύ ($CH_2ClCOOH$) είναι ισχυρότερο οξύ από το αιθανικό οξύ (CH_3COOH).

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. *(μονάδες 9)*

Δίνονται οι σειρές ισχύος του επαγωγικού φαινομένου:

-I επαγωγικό φαινόμενο: $-C_6H_5 < -NH_3 < -OH < -I < -Br < -Cl < -F < -CN < -NO_2$.

+I επαγωγικό φαινόμενο: $-H < -CH_3 < -C_2H_5 < -CH(CH_3)_2 < -C(CH_3)_3 < -COO^- > -O^-$

Μονάδες 12

νέο φροντιστήριο

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1

α)

2-α

1-β

3-γ

β) Στο διάγραμμα απεικονίζεται η μεταβολή της συγκέντρωσης ενός προϊόντος της αντίδρασης σε συνάρτηση με τον χρόνο, που εκφράζει την ταχύτητα της αντίδρασης.

Η ταχύτητα μιας αντίδρασης αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας και με την αύξηση των συγκεντρώσεων των αντιδρώντων.

Στο πείραμα 3 έχουμε τις μικρότερες αρχικές συγκεντρώσεις των αντιδρώντων και τη μικρότερη θερμοκρασία. Επομένως η αντίστοιχη καμπύλη είναι η γ.

Στα πειράματα 1 και 2 έχουμε τις ίδιες αρχικές συγκεντρώσεις αλλά το πείραμα 2 πραγματοποιείται σε υψηλότερη θερμοκρασία από το πείραμα 1.

Επομένως στο πείραμα 1 αντιστοιχεί η καμπύλη β και στο πείραμα 2 η καμπύλη α.

2.2 Η διαπίστωση μπορεί να γίνει εάν σε δείγμα του περιεχομένου του δοχείου προστεθεί μικρή ποσότητα διαλύματος Br_2 σε διαλύτη τετραχλωράνθρακα. Μόνον το πεντένιο, ως αλκένιο, αντιδρά με το διάλυμα Br_2 και παρατηρείται αποχρωματισμός του προστιθέμενου διαλύματος. Επομένως εάν με την προσθήκη παρατηρηθεί αποχρωματισμός, το δοχείο περιέχει πεντένιο, εάν δεν παρατηρηθεί αποχρωματισμός περιέχει πεντάνιο.

2.3

α) Λ $R_1C{\equiv}CR_2 + H_2O \xrightarrow[H_2SO_4/Hg]{HgSO_4} R_1CH{=}CR_2 \rightarrow R_1CH_2{-}CR_2$ (OH, O)

ασταθής ένωση

Το τελικό προϊόν είναι ή αλδεΰδη, όταν το αλκίνιο είναι το αιθίνιο, ή κετόνη για οποιοδήποτε άλλο αλκίνιο.

β) Λ Ένα οξύ διαφέρει από τη συζυγή του βάση κατά **ένα** πρωτόνιο.

γ) Σ Ο υποκαταστάτης Cl έλκει ηλεκτρόνια και επομένως προκαλεί –I επαγωγικό φαινόμενο που πολώνει εντονότερα τον δεσμό O-H (συγκριτικά με το CH_3COOH) και το H^+ αποσπάται ευκολότερα. Έτσι αυξάνεται η ισχύς του οξέος $CH_2ClCOOH$ σε σχέση με το CH_3COOH.

νέο φροντιστήριο

Στο CH_3COOH:

$$\mathbf{H}-CH_2-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O^{\delta-}-H^{\delta+}$$

Το -Η έχει +Ι επαγωγικό φαινόμενο, άρα περιορίζει τον όξινο χαρακτήρα της καρβοξυλομάδας.

Στο $CH_2ClCOOH$:

$$\mathbf{Cl}-CH_2-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O^{\delta-}-H^{\delta+}$$

Το -Cl έχει -Ι επαγωγικό φαινόμενο, άρα ενισχύει τον όξινο χαρακτήρα της καρβοξυλομάδας.

Επομένως το $CH_2ClCOOH$ είναι ισχυρότερο οξύ από το CH_3COOH.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
νέο φροντιστήριο

Θέμα 2ο

2.1 Δίνεται η κατανομή των ηλεκτρονίων στις δύο τελευταίες υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση για τέσσερα στοιχεία μετάπτωσης.

	3d					4s
Α	↑	↑	↑	↑	↑	↑↓
Β	↑↓	↑	↑	↑	↑	↑↓
Γ	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑
Δ	↑	↑	↑	↑	↑	↑

α) Να υπολογίσετε τον ατομικό αριθμό του στοιχείου Β. *(μονάδες 3)*

β) Να προσδιορίσετε τον αριθμό των ηλεκτρονίων με l=0 στο στοιχείο Γ. *(μονάδες 3)*

γ) Να προσδιορίσετε το στοιχείο που το ιόν του με φορτίο +3 έχει τέσσερα μονήρη ηλεκτρόνια. *(μονάδες 3)*

Μονάδες 9

2.2 Η αντίδραση του μεθανίου με υδρατμούς παρουσία καταλύτη οδηγεί στον σχηματισμό του ονομαζόμενου «αερίου σύνθεσης» (αντίδραση 1).

$$CH_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + 3\,H_2(g)\ (1),\ \text{όπου}\ \Delta H = +206\ kJ\cdot mol^{-1}$$

Να καταγράψετε τη φορά της μετατόπισης (αριστερά, δεξιά, καμία) της χημικής ισορροπίας για την αντίδραση (1) σε καθεμία από τις παρακάτω αναφερόμενες μεταβολές: *(μονάδες 3)*

α) αύξηση της θερμοκρασίας.

β) αύξηση της πίεσης.

γ) προσθήκη μεγαλύτερης ποσότητας καταλύτη.

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. *(μονάδες 9)*

Μονάδες 12

νέο φροντιστήριο

2.3 Σε ένα εργαστηριακό πάγκο υπάρχουν τρεις φιάλες που περιέχουν η καθεμία διαφορετική χημική ουσία. Οι ετικέτες έχουν ξεθωριάσει και δεν διακρίνεται η αναγραφή του περιεχομένου τους. Γνωρίζουμε ότι οι υγρές ουσίες που περιείχαν οι τρεις φιάλες ήταν προπανικό οξύ (CH_3CH_2COOH), προπανάλη (CH_3CH_2CHO) και προπανόνη (CH_3COCH_3). Να περιγράψετε μία διαδικασία με την οποία μπορείτε να διαπιστώσετε ποια από τις παραπάνω ενώσεις περιέχεται σε κάθε δοχείο.

Μονάδες 4

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1

α) Η κατανομή των ηλεκτρονίων στις εσωτερικές υποστιβάδες των 4s και 3d, είναι: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$ δηλαδή σύνολο 18 ηλεκτρόνια. Επομένως το σύνολο των ηλεκτρονίων του ουδέτερου ατόμου του Β είναι 18 + 8 = 26 ηλεκτρόνια. Άρα ο ατομικός αριθμός του Β είναι 26.

β) Η ηλεκτρονιακή κατανομή του στοιχείου Γ είναι: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^1$.

Τα ηλεκτρόνια στα τροχιακά s έχουν τιμή l = 0. Επομένως ο αριθμός των ηλεκτρονίων με l = 0 στο στοιχείο Γ είναι 2 στην 1η στιβάδα, 2 στη 2η στιβάδα, 2 στην $3^η$ στιβάδα και 1 στην $4^η$ στιβάδα. Επομένως το σύνολο των ηλεκτρονίων που έχουν l=0 είναι 7.

γ) Το ουδέτερο άτομο του στοιχείου θα έχει 4 + 3 = 7 ηλεκτρόνια στις δύο εξωτερικές υποστιβάδες. Επομένως είναι το στοιχείο Α.

2.2

α) Η αντίδραση, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά. Η αύξηση της θερμοκρασίας ευνοεί την ενδόθερμη αντίδραση και η αντίδραση είναι ενδόθερμη προς τα δεξιά, όπως φαίνεται από την τιμή της ΔΗ.

β) Η αντίδραση, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά. Η αύξηση της πίεσης μετατοπίζει την αντίδραση προς την κατεύθυνση μείωσης του όγκου, δηλαδή προς την κατεύθυνση που έχουμε τα λιγότερα mol αερίων (από 4 mol στα προϊόντα σε 3 mol στα αντιδρώντα).

γ) Δεν θα παρατηρηθεί καμία μεταβολή στη θέση χημικής ισορροπίας διότι η προσθήκη καταλύτη επιταχύνει και τις δύο αντίθετες αντιδράσεις με τον ίδιο ρυθμό.

2.3 Σε μικρή ποσότητα δείγματος από κάθε φιάλη προσθέτουμε λίγα mL διαλύματος ανθρακικού νατρίου (Na_2CO_3). Στο δείγμα που θα παρατηρηθεί σχηματισμός φυσαλίδων (αέριο CO_2) είναι το προπανικό οξύ (CH_3CH_2COOH). Εναλλακτικά μπορεί να μετρηθεί το pH των δειγμάτων με πεχαμετρικό χαρτί ή πεχάμετρο. Το δείγμα με όξινο pH είναι το προπανικό οξύ (CH_3CH_2COOH).

Σε μικρή ποσότητα δείγματος από τις άλλες δύο φιάλες προσθέτουμε λίγα mL διαλύματος Fehling. Στο δείγμα που θα παρατηρηθεί σχηματισμός κεραμέρυθρου ιζήματος (Cu_2O) είναι η προπανάλη (CH_3CH_2CHO). Το δείγμα στο οποίο δεν παρατηρήθηκε αντίδραση είναι η

προπανόνη (CH_3COCH_3).

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

νέο φροντιστήριο

Θέμα 2ο

2.1 Δίνονται τα στοιχεία $_{17}Cl$ και $_{9}F$.

α) Να υπολογίσετε πόσα μονήρη ηλεκτρόνια (στη θεμελιώδη κατάσταση) έχει το άτομο του F. *(μονάδες 3)*

β) Ποια βάση είναι ισχυρότερη (στις ίδιες συνθήκες), το F^- ή το Cl^-; *(μονάδα 1)*

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. *(μονάδες 4)*

γ) Ποιο στοιχείο από τα F, Cl έχει μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού; *(μονάδα 1)*

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. *(μονάδες 4)*

Μονάδες 13

2.2 Το αέριο αιθίνιο ή ακετυλένιο (HC≡CH) χρησιμοποιείταιως πρώτη ύλη στην παραγωγή πλαστικών καθώς και στη συγκόλληση ορισμένων μετάλλων. Εργαστηριακά παρασκευάζεται με προσθήκη νερού σε CaC_2 (ανθρακασβέστιο).

Η αντίδραση που λαμβάνει χώρα είναι η: $CaC_2(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq) + HC{\equiv}CH(g)$ (1)

Να χαρακτηρίσετε κάθε μια από τις επόμενες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ). *(μονάδες 4)*

α) Η αντίδραση (1) είναι μεταθετική.

β) Ο υβριδισμός και των δύο ατόμων του C στο μόριο του HC≡CH, είναι sp.

γ) Το τελικό υδατικό διάλυμα που προκύπτει με βάση την αντίδραση (1), είναι όξινο.

δ) Αν μειώσουμε το μέγεθος των κόκκων του $CaC_2(s)$ θα αυξηθεί η ταχύτητα της αντίδρασης (1).

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. *(μονάδες 8)*

Δίνονται: Z(H)=1, Z(C)=6, Z(S)=16.

Μονάδες 12

νέο φροντιστήριο

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1

α) Η κατανομή για τα ηλεκτρόνια του $_9F$ στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι η ακόλουθη: $1s^2\,2s^2\,2p^5$.

1s	2s		2p	
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑

Επομένως έχει 1 μονήρες ηλεκτρόνιο.

β) Το HF είναι ασθενές οξύ ενώ το HCl είναι ισχυρό, κατά συνέπεια η συζυγής βάση του HF, F^- είναι ισχυρότερη από τη συζυγή βάση τουHCl, Cl^-.

γ) Η κατανομή για τα ηλεκτρόνια του $_9F$ στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι η ακόλουθη: $1s^2\,2s^2\,2p^5$.

Η κατανομή για τα ηλεκτρόνια του $_{17}Cl$ στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι η ακόλουθη: $1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^5$.

Το F βρίσκεται στη $2^η$ περίοδο και $17^η$ (VIIA) ομάδα, ενώ το Cl βρίσκεται στην $3^η$ περίοδο και $17^η$ (VIIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού αυξάνεται από κάτω προς τα πάνω κατά μήκος μίας ομάδας και από αριστερά προς τα δεξιά κατά μήκος μίας περιόδου του Περιοδικού Πίνακα. Κατά συνέπεια το F έχει τη μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού, αφού βρίσκεται πιο ψηλά στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα, συγκριτικά με το Cl.

2.2

α) Σ

Ο αριθμός οξείδωσης των στοιχείων που συμμετέχουν στην αντίδραση (1) δεν μεταβάλλεται, επομένως η αντίδραση είναι μεταθετική.

β) Σ

Η κατανομή για τα ηλεκτρόνια του $_6C$ στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι η ακόλουθη: $1s^2\,2s^2\,2p^2$. Στο άτομο του κάθε άνθρακα συνδυάζονται 2 τροχιακά ένα s και ένα p και δημιουργούνται δύο ισότιμα υβριδικά τροχιακά sp. Επομένως και τα 2 άτομα άνθρακα στο μόριο του αιθινίου εμφανίζουν υβριδισμό sp.

γ) Λ

Το τελικό υδατικό διάλυμα που προκύπτει με βάση την αντίδραση (1) περιέχει $Ca(OH)_2$, άρα είναι βασικό.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
νέο φροντιστήριο

δ) Σ

Η μείωση του μεγέθους των κόκκων του $CaC_2(s)$ θα αυξήσει την επιφάνεια επαφής του στερεού, κατά συνέπεια θα αυξηθεί η ταχύτητα της αντίδρασης (1).

νέο φροντιστήριο

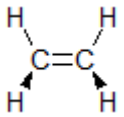
Θέμα 2ο

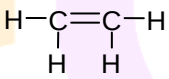
Ένα από τα πιο σημαντικά παράγωγα του πετρελαίου είναι το αιθένιο ($CH_2=CH_2$). Αποτελεί πρώτη ύλη για τη σύνθεση εκατοντάδων διαφορετικών προϊόντων που χρησιμοποιούνται καθημερινά, για παράδειγμα πλαστικές σακούλες, πλαστικές μεμβράνες και πλαστικές φιάλες από πολυαιθυλένιο.

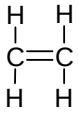
α) Αν γνωρίζετε ότι ο ατομικός αριθμός του άνθρακα είναι Z=6:

i. Να προσδιορίσετε σε ποια περίοδο, ποια ομάδα και σε ποιον τομέα του Περιοδικού Πίνακα ταξινομείται το στοιχείο άνθρακας. *(μονάδες 3)*

ii. Να επιλέξετε μεταξύ των τριών παρακάτω τύπων αυτόν που απεικονίζει ορθότερα το μόριο του αιθενίου στον χώρο και αφού τον αντιγράψετε στο γραπτό σας, να σημειώσετε τους σ-δεσμούς και τους π-δεσμούς που υπάρχουν στο αιθένιο. *(μονάδες 2)*

1. 

2. 

3. 

iii. Να αναφέρετε τα ατομικά ή/και υβριδικά τροχιακά που επικαλύπτονται σε κάθε έναν από τους ομοιοπολικούς δεσμούς στο μόριο του αιθενίου. *(μονάδες 3)*

β) Το αέριο αιθένιο αντιδρά με υδρατμούς και παράγεται αιθανόλη σύμφωνα με τη χημική αντίδραση που περιγράφεται με τη θερμοχημική εξίσωση (1):

$$CH_2 = CH_2(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CH_3CH_2OH(g),\ \Delta H = -45\ kJ/mol\ (1)$$

i. Να γράψετε την έκφραση και τις μονάδες της σταθεράς K_c για την παραπάνω χημική ισορροπία. *(μονάδες 3)*

ii. Να ερμηνεύσετε την επίδραση που θα έχει στη θέση της χημικής ισορροπίας η αύξηση της θερμοκρασίας πραγματοποίησης της αντίδρασης. *(μονάδες 5)*

iii. Να εξηγήσετε με ποιον τρόπο μεταβάλλεται η τιμή της K_c της χημικής ισορροπίας αν αυξηθεί η θερμοκρασία πραγματοποίησης της αντίδρασης. *(μονάδες 4)*

γ) Σε κατάλληλες συνθήκες το αιθένιο μπορεί να πολυμεριστεί.

i. Να γράψετε την αντίδραση του πολυμερισμού του αιθένιου. *(μονάδες 3)*

ii. Να εξηγήσετε αν το προϊόν της αντίδρασης πολυμερισμού του αιθένιου μπορεί

νέο φροντιστήριο

να αποχρωματίσει κόκκινο διάλυμα βρωμίου σε τετραχλωράνθρακα (Br_2/CCl_4). *(μονάδες 2)*

Μονάδες 25

νέο φροντιστήριο

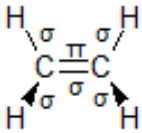
Ενδεικτικές απαντήσεις

α)

i. Η ηλεκτρονιακή κατανομή σε υποστιβάδες για το στοιχείο $_6C$ θα είναι: $1s^2 2s^2 2p^2$.

Στα άτομα του στοιχείου άνθρακας (C) τα ηλεκτρόνια κατανέμονται σε δύο στιβάδες επομένως το στοιχείο ταξινομείται στη δεύτερη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Επιπλέον το άτομο του στοιχείου άνθρακας στην εξωτερική του στιβάδα διαθέτει τέσσερα (4) ηλεκτρόνια επομένως ανήκει στην 14η ή IVA ή p^2 ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Το τελευταίο ηλεκτρόνιο (με τη μεγαλύτερη ενέργεια) του άνθρακα τοποθετείται σε υποστιβάδα τύπου *p*, επομένως ο άνθρακας ταξινομείται στον τομέα p του Περιοδικού Πίνακα.

ii. Ο τύπος που αποδίδει που απεικονίζει ορθότερα το μόριο του αιθενίου στον χώρο είναι ο τύπος 1. Στο αιθένιο υπάρχουν πέντε (5) ομοιοπολικοί σ-δεσμοί και ένας ομοιοπολικός π-δεσμός που σημειώνονται στο σχήμα που ακολουθεί:



iii. Οι τέσσερις ομοιοπολικοί σ-δεσμοί σχηματίζονται μεταξύ άνθρακα και υδρογόνου και τα τροχιακά που επικαλύπτονται σε κάθε περίπτωση είναι ένα υβριδικό τροχιακό sp^2 του άνθρακα και το *s* ατομικό τροχιακό του ατόμου του υδρογόνου (οι ομοιοπολικοί δεσμοί είναι τύπου sp^2-*s*). Ο πέμπτος ομοιοπολικός σ-δεσμός προκύπτει με την επικάλυψη ενός sp^2 υβριδικού ατομικού τροχιακού από κάθε ένα άτομο άνθρακα (ομοιοπολικός δεσμός τύπου sp^2-sp^2). Ο π-δεσμός προκύπτει με πλευρική επικάλυψη ατομικών τροχιακών 2*p* κάθε ατόμου άνθρακα.

β)

i. Η έκφραση της K_c είναι:

$$K_c = \frac{[CH_3CH_2OH]}{[CH_2 = CH_2][H_2O]}$$

Επομένως για τις μονάδες θα ισχύει: $\frac{\frac{mol}{L}}{\frac{mol}{L} \cdot \frac{mol}{L}} = \frac{L}{mol}$

ii. Η αντίδραση σύνθεσης της αιθανόλης είναι εξώθερμη. Επομένως σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, η αύξηση της θερμοκρασίας θα οδηγήσει τη θέση χημικής ισορροπίας προς την

νέο φροντιστήριο

κατεύθυνση όπου τείνει να αναιρέσει την αύξηση της θερμοκρασίας, άρα προς την ενδόθερμη πλευρά, επομένως η θέση της χημικής ισορροπίας θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά.

iii. Η τιμή της K_c μεταβάλλεται όταν αλλάζει η θερμοκρασία πραγματοποίησης της χημικής αντίδρασης. Με την αύξηση της θερμοκρασίας η θέση της χημικής ισορροπίας (1) μετατοπίζεται προς τα αριστερά. Επομένως ο αριθμητής στη σταθερά της χημικής ισορροπίας (1) ελαττώνεται ενώ ο παρονομαστής αυξάνεται. Άρα η τιμή της K_c της χημικής ισορροπίας (1) ελαττώνεται όταν αυξηθεί η θερμοκρασία πραγματοποίησης της χημικής αντίδρασης.

γ)

i. Ο πολυμερισμός του αιθενίου περιγράφεται με τη χημική εξίσωση: $\nu(CH_2 = CH_2) \rightarrow (-CH_2 - CH_2 -)\nu$

ii. Το προϊόν της αντίδρασης πολυμερισμού του αιθένιου (πολυαιθυλένιο, όπως φαίνεται στην αντίδραση πολυμερισμού) δεν διαθέτει πολλαπλούς δεσμούς μεταξύ των ατόμων άνθρακα και επομένως δεν αποχρωματίζει το κόκκινο διάλυμα βρωμίου στον τετραχλωράνθρακα.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
νέο φροντιστήριο

Θέμα 2ο

Το 1859 ο Άγγλος χημικός Χένρι Μπόλμαν Κόντι παρασκεύασε την ένωση υπερμαγγανικό κάλιο ($KMnO_4$), γνωστή και ως υπερμαγγανική ποτάσα ή ως «κρύσταλλοι του Κόντι». Η ένωση αυτή βρίσκει εφαρμογή τόσο στη βιολογική γεωργία και κηπουρική, όσο και στην ιατρική και γενικότερα στη βιομηχανία.

2.1 **α)** Να γράψετε την ηλεκτρονιακή κατανομή σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση για τα άτομα $_{19}K$ και $_{25}Mn$. *(μονάδες 2)*

β) Να εξηγήσετε σε ποια περίοδο, ομάδα και τομέα του Περιοδικού Πίνακα βρίσκονται τα στοιχεία K και Mn. *(μονάδες 6)*

γ) Να συγκρίνετε την ατομική ακτίνα των στοιχείων K και Mn. *(μονάδα 1)* Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. *(μονάδες 2)*

δ) Να εξετάσετε αν το $_{25}Mn$ είναι παραμαγνητικό στοιχείο. *(μονάδες 2)*

Μονάδες 13

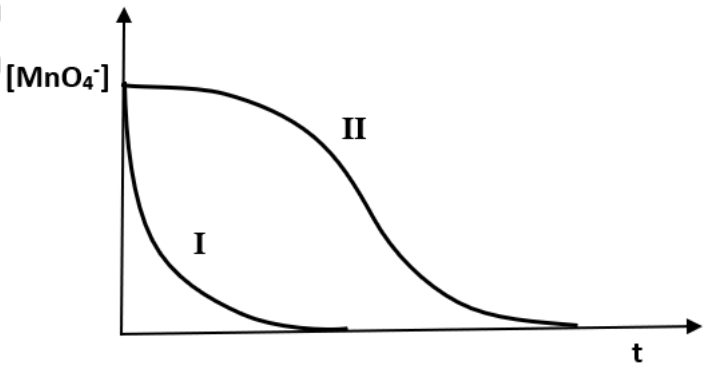
2.2 Μία από τις ιδιότητες του $KMnO_4$ είναι ότι δρα ως ισχυρό οξειδωτικό σώμα. Έτσι, μπορεί να οξειδώσει το οξαλικό οξύ $(COOH)_2$ παρουσία πυκνού H_2SO_4.

α) Να συμπληρώσετε τα προϊόντα και τους συντελεστές της χημικής εξίσωσης:

$(COOH)_2 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$ *(μονάδες 3)*

β) Να αναφέρετε τι είδους υβριδικά τροχιακά έχει κάθε άτομο άνθρακα του οξαλικού οξέος. Δίνεται ότι ο άνθρακας έχει ατομικό αριθμό Z = 6. *(μονάδες 2)*

γ) Στη συγκεκριμένη αντίδραση, τα ιόντα Mn^{2+} που παράγονται παρουσιάζουν καταλυτική δράση. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται πώς μεταβάλλεται η συγκέντρωση των ιόντων MnO_4^- σε συνάρτηση με τον χρόνο.



Η μία καμπύλη αντιστοιχεί στην περίπτωση όπου προστίθεται εξ αρχής ποσότητα καταλύτη που περιέχει Mn^{2+}. Η άλλη καμπύλη αντιστοιχεί σε περίπτωση

αυτοκατάλυσης. Να αντιστοιχίσετε τις καμπύλες I και II με κάθε περίπτωση. *(μονάδα 1)* Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. *(μονάδες 6)*

Μονάδες 12

νέο φροντιστήριο

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1

α) Η ηλεκτρονιακή κατανομή σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση για τα άτομα του $_{19}K$ και $_{25}Mn$ είναι:

$_{19}K$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

$_{25}Mn$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$

β) Το K έχει 4 στιβάδες, άρα βρίσκεται στην $4^η$ περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Διαθέτει 1 ηλεκτρόνιο στην εξωτερική στιβάδα και το τελευταίο ηλεκτρόνιο τοποθετείται σε υποστιβάδα s. Συνεπώς, ανήκει στην $1^η$ (IA) ομάδα του s τομέα.

Το Mn έχει 4 στιβάδες, άρα βρίσκεται στην $4^η$ περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Το τελευταίο ηλεκτρόνιο τοποθετείται σε υποστιβάδα d επομένως ανήκει στον d τομέα. Η ομάδα, που είναι δευτερεύουσα, καθορίζεται από το άθροισμα των ηλεκτρονίων στην 3d και 4s υποστιβάδα, που είναι ίσο με 7. Συνεπώς, ανήκει στην $7^η$ (VIIB) ομάδα.

γ) Η ατομική ακτίνα αυξάνεται από πάνω προς τα κάτω κατά μήκος μίας ομάδας και από δεξιά προς τα αριστερά κατά μήκος μίας περιόδου του Περιοδικού Πίνακα. Τα δύο στοιχεία βρίσκονται στην ίδια περίοδο και το K βρίσκεται πιο αριστερά από το Mn. Συνεπώς το K έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από το Mn.

δ) Η κατανομή ηλεκτρονίων στις δύο τελευταίες υποστιβάδες είναι:

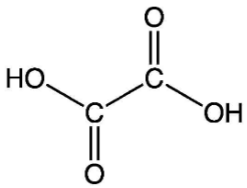
3d					4s
↑	↑	↑	↑	↑	↑↓

Η d υποστιβάδα περιλαμβάνει 5 μονήρη ηλεκτρόνια, άρα το Mn είναι παραμαγνητικό στοιχείο.

2.2 α) Η χημική εξίσωση που λαμβάνει χώρα είναι η εξής:

$5\,(COOH)_2(aq) + 2\,KMnO_4(aq) + 3\,H_2SO_4(aq) \rightarrow 10\,CO_2(g) + K_2SO_4(aq) + 2\,MnSO_4(aq) + 8\,H_2O(l)$

β) Όπως φαίνεται από τον παρακάτω συντακτικό τύπο του οξαλικού οξέος, κάθε άτομο άνθρακα συνδέεται με διπλό δεσμό με ένα άτομο οξυγόνου. Συνεπώς ο υβριδισμός που εμφανίζεται σε κάθε άτομο άνθρακα είναι sp^2.



γ) Στην καμπύλη Ι φαίνεται απότομη μεταβολή της συγκέντρωσης του MnO_4^- , που σημαίνει ότι η επιτάχυνση της αντίδρασης γίνεται από την πρώτη χρονική στιγμή, δηλαδή έχει προστεθεί καταλύτης που περιέχει Mn^{2+}.

Στην καμπύλη ΙΙ φαίνεται ότι στην αρχή η συγκέντρωση του MnO_4^- είναι σχεδόν σταθερή. Κι αυτό γιατί η αντίδραση αρχικά γίνεται αργά. Μόλις όμως σχηματιστούν στα προϊόντα ιόντα Mn^{2+}, που δρουν ως καταλύτης, η αντίδραση επιταχύνεται και η συγκέντρωση του MnO_4^- μεταβάλλεται απότομα.

Επομένως η καμπύλη Ι παριστάνει τη συγκέντρωση του MnO_4^- με την προσθήκη εξ αρχής καταλύτη που περιέχει Mn^{2+} και η καμπύλη ΙΙ αποτελεί περίπτωση αυτοκατάλυσης, όπου το ίδιο το προϊόν επιταχύνει την αντίδραση.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
νέο φροντιστήριο

Θέμα 2ο

2.1 α) Να χαρακτηρίσετε ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις:

i. Στο ιόν $_3Li^{2+}$ το ατομικό τροχιακό με n = 2, ℓ = 0 και m_ℓ = 0 έχει μικρότερη ενέργεια από το τροχιακό με n = 2, ℓ = 1 και m_ℓ = 0.

ii. Το στοιχείο, το άτομο του οποίου στη θεμελιώδη του κατάσταση διαθέτει 7 p ηλεκτρόνια, ανήκει στην 3η περίοδο και στην 13η (IIIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

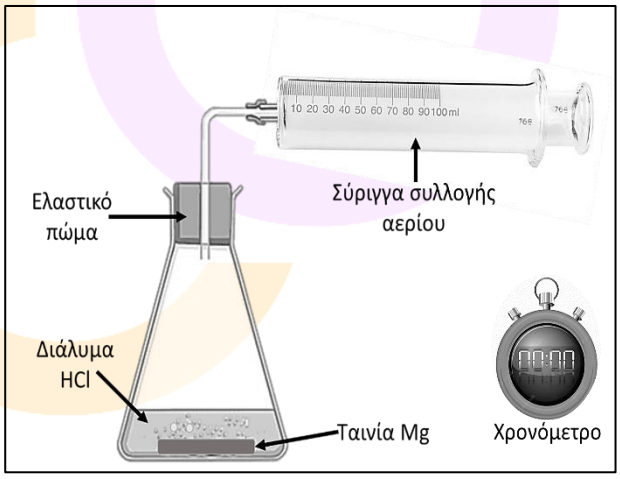
iii. Αν σε δοχείο σταθερού όγκου στο οποίο έχει αποκατασταθεί η ισορροπία: $H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O(g)$, ελαττώσουμε τη θερμοκρασία, η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά.

iv. Υδατικό διάλυμα φαινόλης (C_6H_5OH) έχει pH > 7 στους 25 °C. *(μονάδες 4)*

β) Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. *(μονάδες 8)*

Μονάδες 12

2.2 Στο σχολικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών μια ομάδα μαθητών υλοποίησε ένα πείραμα χημικής κινητικής, κάνοντας χρήση της πειραματικής διάταξης που παρουσιάζεται στο διπλανό σχήμα. Πραγματοποίησε 3 πειράματα στα οποία κατέγραφε τον όγκο του παραγόμενου H_2, σε τακτά χρονικά διαστήματα, χρησιμοποιώντας πάντα περίσσεια ταινίας μεταλλικού Mg σε διάλυμα HCl και τις παρακάτω συνθήκες:



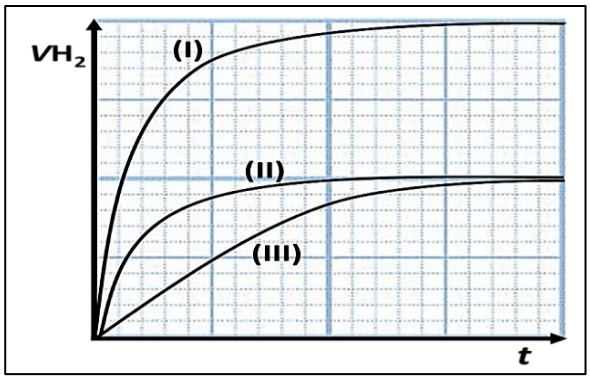
1ο Πείραμα: έλασμα Mg, 10 mL διαλύματος HCl 1 M, θερμοκρασία 20 °C.

2ο Πείραμα: έλασμα Mg, 5 mL διαλύματος HCl 2 M, θερμοκρασία 20 °C.

3ο Πείραμα: ρινίσματα Mg, 8 mL διαλύματος HCl 2,5 M, θερμοκρασία 25 °C.

νέο φροντιστήριο

Με βάση τα πειράματα αυτά οι μαθητές κατέγραψαν τις παρατηρούμενες τιμές του παραγόμενου όγκου υδρογόνου και σχεδίασαν τις γραφικές παραστάσεις που φαίνονται στο διπλανό διάγραμμα.



α) Να αντιστοιχήσετε τα πειράματα 1, 2 και 3 με τις καμπύλες I, II και III. *(μονάδες 3)*

β) Στα 3 πειράματα να διατάξετε κατά φθίνουσα σειρά την αρχική ταχύτητα της αντίδρασης *(μονάδα 1)* και τον όγκο του παραγόμενου H_2 μετρημένο σε STP συνθήκες *(μονάδα 1).* Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. *(μονάδες 8)*

Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1

α) **i. Λανθασμένη**

ii. Σωστή

iii. Λανθασμένη

iv. Λανθασμένη

β) **i.** Το $_3Li^{2+}$ είναι υδρογονοειδές (ιόν με 1 μόνο ηλεκτρόνιο). Επομένως τα τροχιακά που ανήκουν στην ίδια στιβάδα αντιστοιχούν στην ίδια ενέργεια.

Δηλαδή ισχύει ότι: $E_{(2s)} = E_{(2p)}$.

ii. Η κατανομή των ηλεκτρονίων του ατόμου αυτού σε υποστιβάδες είναι:

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$. Επομένως ανήκει στη 13η ή IIIA ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

iii. Επειδή η ενθαλπία του $H_2O(g)$ είναι μεγαλύτερη από την ενθαλπία του $H_2O(l)$ συμπεραίνουμε ότι η αντίδραση με φορά προς τα δεξιά είναι ενδόθερμη ($\Delta H > 0$). Όταν ελαττωθεί η θερμοκρασία σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς την εξώθερμη κατεύθυνση, δηλαδή προς τα αριστερά.

iv. Οι φαινόλες ιοντίζονται στο νερό σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

$C_6H_5OH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H_3O^+$. Συνεπώς σε ένα υδατικό διάλυμα φαινόλης (C_6H_5OH) θα ισχύει: $[H_3O^+] > [OH^-]$ οπότε το pH < 7 στους 25 °C.

2.2

α) **1ο** πείραμα – καμπύλη **III**

2ο πείραμα – καμπύλη **II**

3ο πείραμα – καμπύλη **I**

β) Για την αρχική ταχύτητα της αντίδρασης στα 3 πειράματα ισχύει ότι: $u_3 > u_2 > u_1$.

Την μεγαλύτερη ταχύτητα έχει η αντίδραση στο 3ο πείραμα σε σχέση με το 2ο και το 1ο, διότι σε σχέση με τα άλλα δύο πειράματα:

- το στερεό αντιδρών είναι σε ρινίσματα, οπότε έχει μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής σε σχέση με το έλασμα.
- η συγκέντρωση του διαλύματος HCl είναι μεγαλύτερη.

- η θερμοκρασία του διαλύματος είναι μεγαλύτερη.

Η ταχύτητα της αντίδρασης στο 2ο πείραμα είναι μεγαλύτερη σε σχέση με την ταχύτητα της αντίδρασης στο 1ο πείραμα, διότι ενώ το στερεό αντιδρών έχει την ίδια επιφάνεια επαφής και το διάλυμα HCl την ίδια θερμοκρασία, το διάλυμα HCl έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση.

Στο 1ο πείραμα: $n_{HCl} = c \cdot V = 1 \cdot 0{,}01 = 0{,}01$ mol.

$Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$

0,01 mol 0,005 mol

Στο 2ο πείραμα: $n_{HCl} = c \cdot V = 2 \cdot 0{,}005 = 0{,}01$ mol.

$Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$

0,01 mol 0,005 mol

Στο 3ο πείραμα: $n_{HCl} = c \cdot V = 2{,}5 \cdot 0{,}008 = 0{,}02$ mol.

$Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$

0,02 mol 0,01 mol

Παρατηρούμε ότι ισχύει: $n_{H_2(3)}=2 \cdot n_{H_2(1)}=2 \cdot n_{H_2(2)}$ επομένως θα ισχύει και η ίδια σχέση για τους αντίστοιχους όγκους. Δηλαδή: $V_{H_2(3)}=2 \cdot V_{H_2(1)}=2 \cdot V_{H_2(2)}$

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
νέο φροντιστήριο

Θέμα 2ο

2.1 **α)** Να χαρακτηρίσετε ως σωστή (**Σ**) ή λανθασμένη (**Λ**) καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις: *(μονάδες 4)*

i. Ο πολυμερισμός που γίνεται με δύο ή περισσότερα είδη μονομερούς ονομάζεται συμπολυμερισμός.

ii. Δύο υδατικά διαλύματα γλυκόζης και NaCl ίδιας συγκέντρωσης και θερμοκρασίας είναι ισοτονικά.

iii. Το χημικό στοιχείο $_{15}P$ ανήκει στην IIIA ή 13η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

iv. Στο μόριο του 1,3 βουταδιενίου ($CH_2=CH-CH=CH_2$) όλα τα άτομα άνθρακα έχουν υβριδισμό sp^2.

β) Να αιτιολογήσετε τις λανθασμένες προτάσεις. *(μονάδες 8)*

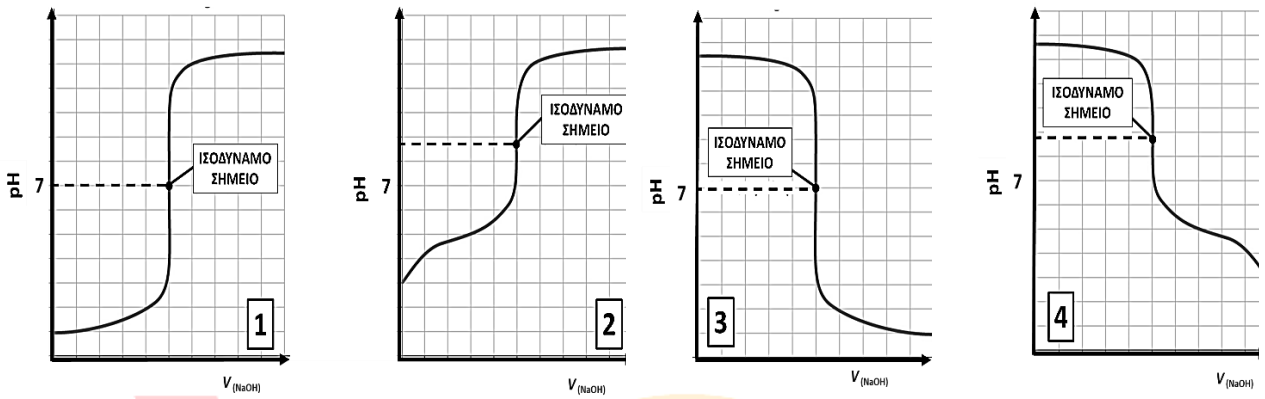
Μονάδες 12

2.2. Στο σχολικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών μια ομάδα μαθητών πρέπει να υλοποιήσει ένα πείραμα, ώστε να υπολογίσει την περιεκτικότητα σε οξικό οξύ (CH_3COOH), του ξυδιού εμπορίου, με πρότυπο διάλυμα NaOH με τη μέθοδο της ογκομέτρησης.

α) Να εξηγήσετε αν η ογκομέτρηση αυτή χαρακτηρίζεται ως οξυμετρία ή αλκαλιμετρία. *(μονάδες 2)*

β) Να περιγράψετε την πειραματική διαδικασία που πρέπει να ακολουθήσει η ομάδα των μαθητών, αν έχει στη διάθεσή της τα παρακάτω σκεύη και χημικές ουσίες από τον εξοπλισμό του εργαστηρίου: γυάλινο χωνί, κωνική φιάλη, πουάρ σιφωνίου 3 βαλβίδων, προχοΐδα των 50 mL προσαρμοσμένη σε βάση στήριξης με ορθοστάτη και λαβίδα, βαθμονομημένο σιφώνιο των 10 mL (για λήψη δείγματος ξυδιού), πρότυπο διάλυμα NaOH 1 M, δείγμα ξυδιού εμπορίου, κωνική φιάλη των 250 mL και δείκτη φαινολοφθαλεΐνη σε σταγονομετρικό φιαλίδιο. Δίνεται ότι η περιοχή pH αλλαγής χρώματος της φαινολοφθαλεΐνης στους 25 °C είναι: 8,3 – 10 (άχρωμο – κόκκινο). *(μονάδες 7)*

γ) Να δικαιολογήσετε ποιο από τα διαγράμματα ①, ②, ③ ή ④ περιγράφει καλύτερα την παραπάνω ογκομέτρηση, στους 25 °C. *(μονάδες 4)*



Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1

α) **i. Σωστή**.

ii. Λανθασμένη.

iii. Λανθασμένη.

iv. Σωστή.

β) **ii.** Για το μοριακό διάλυμα γλυκόζης, συγκέντρωσης *c* M και θερμοκρασίας *T*, ισχύει:

$\Pi_1 = c \cdot R \cdot T$ (1)

Στο διάλυμα NaCl, συγκέντρωσης *c* M και θερμοκρασίας *T*, πραγματοποιείται η διάσταση του άλατος σύμφωνα με την εξίσωση: $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$.

Από τη στοιχειομετρία της διάστασης προκύπτει ότι στο διάλυμα NaCl τα διαλυμένα σωματίδια είναι τα ιόντα Na^+ και Cl^-, το καθένα με συγκέντρωση *c* M. Οπότε η συνολική συγκέντρωση των διαλυμένων σωματιδίων είναι $2 \cdot c$ M και το διάλυμα έχει ωσμωτική πίεση: $\Pi_2 = 2 \cdot c \cdot R \cdot T \Rightarrow \Pi_2 = 2 \cdot \Pi_1$.

Συνεπώς, το διάλυμα γλυκόζης είναι υποτονικό σε σχέση με το διάλυμα NaCl.

iii. Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου $_{15}P$ σε υποστιβάδες, στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$. Οπότε ανήκει στην VA ή 15η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

2.2.

α) Η συγκεκριμένη ογκομέτρηση χαρακτηρίζεται ως αλκαλιμετρία καθώς το πρότυπο διάλυμα που χρησιμοποιείται είναι διάλυμα βάσης (NaOH).

β) Γεμίζουμε την προχοΐδα, με τη βοήθεια γυάλινου χωνιού, με το πρότυπο διάλυμα NaOH 1 M. Σημειώνουμε με ακρίβεια την ένδειξη αρχικού όγκου του διαλύματος NaOH στην προχοΐδα, μια και θα μετράμε τη διαφορά της τελικής ένδειξης από την αρχική ένδειξη. Με το βαθμονομημένο σιφώνιο πλήρωσης και τη βοήθεια του πουάρ σιφωνίου τριών βαλβίδων, μεταφέρουμε ορισμένο όγκο ξυδιού στην κωνική φιάλη των 250 mL. Προσθέτουμε στην κωνική φιάλη 3 – 4 σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνης. Αρχίζουμε να ρίχνουμε στάγδην, και υπό συνεχή ανάδευση, το διάλυμα του NaOH από την προχοΐδα στην κωνική φιάλη μέχρι που να εμφανιστεί το ρόδινο χρώμα της φαινολοφθαλεΐνης (τελικό σημείο ογκομέτρησης). Σημειώνουμε με ακρίβεια την τελική ένδειξη όγκου του διαλύματος

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

NaOH στην προχοΐδα. Ο όγκος του διαλύματος NaOH που καταναλώθηκε για το τελικό σημείο της ογκομέτρησης είναι η διαφορά τελικής μείον αρχικής ένδειξης της προχοίδας. Επαναλαμβάνουμε την παραπάνω διαδικασία άλλες δύο φορές, ώστε να πάρουμε συνολικά τρεις μετρήσεις. Υπολογίζουμε τον μέσο όρο των μετρήσεων όγκου του διαλύματος NaOH.

γ) Το διάγραμμα ② περιγράφει καλύτερα την συγκεκριμένη ογκομέτρηση.

Επειδή είναι αλκαλιμετρία, θα πρέπει το pH του ογκομετρούμενου διαλύματος να αυξάνεται κατά τη διάρκεια της ογκομέτρησης. Η αντίδραση που πραγματοποιείται περιγράφεται από τη χημική εξίσωση: $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$. Στο ισοδύναμο σημείο τα αντιδρώντα CH_3COOH και NaOH έχουν αντιδράσει στοιχειομετρικά, οπότε στο ογκομετρούμενο διάλυμα υπάρχει μόνο CH_3COONa, το οποίο διίσταται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση: $CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+$.

Το ιόν CH_3COO^- αντιδρά με το νερό καθώς προέρχεται από ασθενές οξύ σύμφωνα με τη χημική εξίσωση: $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$. Οπότε το διάλυμα στο ισοδύναμο σημείο είναι βασικό, pH>7 στους 25 ^oC. Το μόνο διάγραμμα το οποίο είναι σύμφωνο με όλα τα παραπάνω είναι το ②.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
νέο φροντιστήριο

Θέμα 2ο

2.1

α) Να χαρακτηρίσετε ως σωστή (**Σ**) ή λανθασμένη (**Λ**) καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις:

i. Κατά την εξάχνωση του CO_2 (μετατροπή του O=C=O από στερεό σε αέριο) εξασθενούν σημαντικά οι ομοιοπολικοί δεσμοί ανάμεσα στα άτομα άνθρακα και οξυγόνου.

ii. Στο τροχιακό $5p_x$ μπορούν να βρεθούν μέχρι 6 ηλεκτρόνια.

iii. Οι μονάδες της σταθεράς ταχύτητας της απλής αντίδρασης: A(s) ⟶ B(g) + Γ(g) είναι $mol \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$.

iv. Κατά την αντίδραση CH_3CH_2Cl με υδατικό διάλυμα NaOH σχηματίζεται αιθένιο και η αντίδραση χαρακτηρίζεται ως απόσπαση. *(μονάδες 4)*

β) Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. *(μονάδες 8)*

Μονάδες 12

2.2 Ο ανοξείδωτος χάλυβας έχει μεγάλη αντοχή στη διάβρωση καθώς και μεγάλη μηχανική αντοχή. Είναι ένα κράμα από άνθρακα ($_6C$), χρώμιο ($_{24}Cr$) και σίδηρο ($_{26}Fe$), αλλά μπορεί να περιέχει και άλλα χημικά στοιχεία όπως το μολυβδαίνιο ($_{42}Mo$).

α) Να βρείτε σε ποια ομάδα, περίοδο και τομέα του Περιοδικού Πίνακα ανήκουν τα χημικά στοιχεία: άνθρακας ($_6C$) και χρώμιο ($_{24}Cr$). *(μονάδες 4)*

β) Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του μολυβδαινίου ($_{42}Mo$) σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^5\ 5s^1$. Να βρείτε πόσα μονήρη ηλεκτρόνια περιέχονται στο άτομο του μολυβδαινίου στη θεμελιώδη κατάσταση. *(μονάδες 2)*

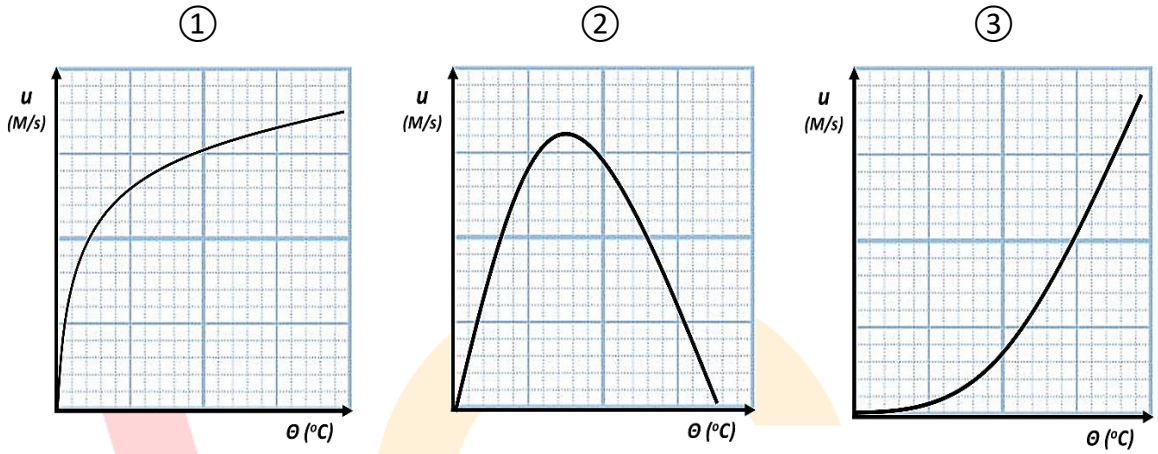
γ) Το μολυβδαίνιο είναι συστατικό σε πολλές νιτρογενάσες – ένζυμα που παράγονται από ορισμένα βακτήρια – οι οποίες είναι υπεύθυνες για την μετατροπή του αερίου αζώτου (N_2) σε αμμωνία (NH_3). Να εξηγήσετε:

i. αν το άζωτο σε αυτή την μετατροπή οξειδώνεται ή ανάγεται. *(μονάδες 3)*

ii. ποια από τις παρακάτω γραφικές παραστάσεις ①, ② ή ③ περιγράφει καλύτερα την ταχύτητα της αντίδρασης μετατροπής του αζώτου σε αμμωνία με

νέο φροντιστήριο

τη βοήθεια του ενζύμου νιτρογενάση, σε συνάρτηση με την αύξηση της θερμοκρασίας. *(μονάδες 4)*



Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1

α)

i. Λανθασμένη

ii. Λανθασμένη

iii. Σωστή

iv. Λανθασμένη

β)

i. Όταν πραγματοποιείται εξάχνωση – η οποία αποτελεί αλλαγή φυσικής κατάστασης από στερεό σε αέριο – τότε εξασθενούν οι διαμοριακές δυνάμεις και όχι οι ενδομοριακές (ομοιοπολικοί δεσμοί). Επειδή το μόριο του CO_2 είναι μη πολικό, ανάμεσα στα μόριά του ασκούνται μόνο δυνάμεις διασποράς, με αποτέλεσμα κατά την εξάχνωση του CO_2 να εξασθενούν οι δυνάμεις διασποράς.

ii. Σε κάθε τροχιακό, σύμφωνα με την απαγορευτική αρχή του Pauli, μπορούν να βρεθούν το πολύ μέχρι 2 ηλεκτρόνια. Επομένως και στο τροχιακό $5p_x$ μπορούν να βρεθούν μέχρι 2 ηλεκτρόνια.

iii. Επειδή η αντίδραση είναι απλή, ο νόμος ταχύτητας είναι: $u = k$. Επομένως οι μονάδες της σταθεράς ταχύτητας είναι ίδιες με τις μονάδες της ταχύτητας της αντίδρασης, δηλαδή: $mol \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$.

iv. Κατά την αντίδραση CH_3CH_2Cl με υδατικό διάλυμα NaOH σχηματίζεται αλκοόλη και όχι αλκένιο και η αντίδραση χαρακτηρίζεται υποκατάσταση και όχι απόσπαση. Η αντίδραση αυτή περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:

$$CH_3CH_2Cl + NaOH \xrightarrow{\text{υδατικό διάλυμα}} CH_3CH_2OH + NaCl.$$

2.2

α) Η ηλεκτρονιακή δομή του άνθρακα σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι:

$({}_6C)$ $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$.

Επομένως το άτομο του άνθρακα ανήκει στην $2^η$ περίοδο, στον *p* τομέα και στην IVA ή $14^η$ ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του χρωμίου σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι: ($_{24}$Cr) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^1$.

Επομένως το άτομο του χρωμίου ανήκει στην 4η περίοδο, στον *d* τομέα και στην VIB ή 6η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

β) Η ηλεκτρονιακή δομή του μολυβδαινίου σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι: ($_{42}$Mo) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^5\ 5s^1$.

Επομένως περιέχονται συνολικά 6 μονήρη ηλεκτρόνια σε αυτό το άτομο (5 μονήρη ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα 4*d* και ένα μονήρες ηλεκτρόνιο στην υποστιβάδα 5*s*).

γ)

i. Πραγματοποιείται η μετατροπή του αερίου N_2 σε NH_3.

Το άζωτο από αριθμό οξείδωσης μηδέν στο αέριο άζωτο (N_2) αποκτά αριθμό οξείδωσης -3 στην αμμωνία (NH_3). Επομένως ο αριθμός οξείδωσης του αζώτου ελαττώνεται και η μετατροπή αυτή χαρακτηρίζεται ως αναγωγή.

ii. Η δράση των ενζύμων επηρεάζεται από τη θερμοκρασία. Για τις ενζυματικά καταλυόμενες αντιδράσεις η βέλτιστη θερμοκρασία είναι μεταξύ των 30 – 40 °C. Σε υψηλές θερμοκρασίες (μεγαλύτερες από 50 °C) τα ένζυμα καταστρέφονται ή αδρανοποιούνται. Αυτό έχει ως συνέπεια μετά την αύξηση της θερμοκρασίας πάνω από αυτή την τιμή η ταχύτητα της αντίδρασης να ελαττώνεται. Επομένως η γραφική παράσταση ② περιγράφει καλύτερα την ταχύτητα της αντίδρασης μετατροπής του αζώτου σε αμμωνία με τη βοήθεια του ενζύμου νιτρογενάση, σε συνάρτηση με την αύξηση της θερμοκρασίας.

νέο φροντιστήριο

Θέμα 2ο

2.1

α) Να χαρακτηρίσετε ως σωστή (**Σ**) ή λανθασμένη (**Λ**) καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις:

i. Κατά τη διάρκεια του φαινομένου της ώσμωσης περνούν μόρια διαλύτη, μέσω ημιπερατής μεμβράνης, αποκλειστικά από το υποτονικό διάλυμα προς το υπερτονικό διάλυμα.

ii. Το HCl βράζει σε χαμηλότερη θερμοκρασία σε σχέση με το H_2O στην ίδια πίεση.

iii. Για την αντίδραση $2HI(g) \rightarrow H_2(g) + I_2(g)$ ο λόγος της ταχύτητας κατανάλωσης του HI προς την ταχύτητα παραγωγής του H_2 είναι ίσος με 1:2 αντίστοιχα.

iv. Η αντίδραση προσθήκης υδρογόνου στο αιθένιο μπορεί να χαρακτηριστεί και ως αναγωγή του αιθενίου. *(μονάδες 4)*

β) Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. *(μονάδες 8)*

Μονάδες 12

2.2 Η γλυκίνη είναι το πιο απλό αμινοξύ και χρησιμοποιείται ως διατροφικό συμπλήρωμα και ως συστατικό σε αντιγηραντικές κρέμες και φαρμακευτικά σκευάσματα. Αποτελείται από υδρογόνο, άνθρακα ($_6C$), άζωτο ($_7N$) και οξυγόνο ($_8O$) και έχει συντακτικό τύπο: $H_2N\text{-}CH_2\text{-}COOH$. Στα υδατικά της διαλύματα η γλυκίνη εμφανίζει αμφολυτική συμπεριφορά.

α) Να βρείτε σε ποια ομάδα, περίοδο και τομέα του Περιοδικού Πίνακα ανήκουν τα χημικά στοιχεία: άνθρακας ($_6C$) και οξυγόνο ($_8O$). *(μονάδες 4)*

β) Να βρείτε πόσα μονήρη ηλεκτρόνια περιέχονται στο άτομο του αζώτου ($_7N$) στη θεμελιώδη κατάσταση. *(μονάδες 3)*

γ) Να συμπληρώσετε τα προϊόντα και τους συντελεστές στις χημικές εξισώσεις των παρακάτω αντιδράσεων.

i. $H_2N\text{-}CH_2\text{-}COOH + HCl \rightarrow$ *(μονάδες 2)*

ii. $H_2N\text{-}CH_2\text{-}COOH + NaOH \rightarrow$ *(μονάδες 2)*

iii. $H_2N\text{-}CH_2\text{-}COOH + CH_3CH_2OH \rightleftharpoons$ *(μονάδες 2)*

Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1

α)

i. Λανθασμένη

ii. Σωστή

iii. Λανθασμένη

iv. Σωστή

β)

i. Κατά τη διάρκεια του φαινομένου της ώσμωσης δεν διέρχονται μόρια διαλύτη, μέσω ημιπερατής μεμβράνης, αποκλειστικά από το υποτονικό προς το υπερτονικό διάλυμα, αλλά κινούνται και προς τις δύο κατευθύνσεις. Απλά περνούν περισσότερα μόρια διαλύτη στη μονάδα του χρόνου από το υποτονικό προς το υπερτονικό διάλυμα.

ii. Στο μόριο του HCl το φορτίο του κοινού ζεύγους των ηλεκτρονίων, μέσω του οποίου γίνεται η σύνδεση των δύο ατόμων, είναι μετατοπισμένο προς το ηλεκτραρνητικότερο άτομο του Cl. Το μόριο δηλαδή του HCl είναι πολικό και επομένως ανάμεσα στα μόριά του αναπτύσσονται κυρίως δυνάμεις διπόλου – διπόλου. Ανάμεσα στα μόρια του νερού αναπτύσσονται και δεσμοί υδρογόνου καθώς το υδρογόνο είναι ενωμένο ομοιοπολικά με οξυγόνο, το οποίο είναι ισχυρά ηλεκτραρνητικό άτομο και έχει μικρό μέγεθος. Οι δεσμοί υδρογόνου θεωρούνται ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις σε σχέση με τις δυνάμεις διπόλου – διπόλου και τις δυνάμεις διασποράς. Επομένως το HCl εμφανίζει χαμηλότερο σημείο βρασμού σε σχέση με το H_2O.

iii. Για την αντίδραση $2HI(g) \rightarrow H_2(g) + I_2(g)$ ισχύει:

$$\frac{\upsilon_{HI}}{2} = \frac{\upsilon_{H_2}}{1} \Rightarrow \frac{\upsilon_{HI}}{\upsilon_{H_2}} = \frac{2}{1}$$

Επομένως ο λόγος της ταχύτητας του HI προς την ταχύτητα του H_2 είναι ίσος με 2:1 αντίστοιχα.

iv. Η αντίδραση προσθήκης υδρογόνου στο αιθένιο περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:

$CH_2{=}CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3\text{-}CH_3$.

Στο αιθένιο κάθε άτομο άνθρακα έχει αριθμό οξείδωσης -2. Στο αιθάνιο κάθε άτομο άνθρακα

έχει αριθμό οξείδωσης -3. Επομένως ελαττώνεται ο αριθμός οξείδωσης των ατόμων άνθρακα και το αιθένιο ανάγεται.

2.2

α) Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του άνθρακα σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι:

($_6$C) $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$.

Επομένως το χημικό στοιχείο $_6$C ανήκει στη 2η περίοδο, στον *p* τομέα και στην IVA ή 14η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του οξυγόνου σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι:

($_8$O) $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$.

Επομένως το χημικό στοιχείο $_8$O ανήκει στη 2η περίοδο, στον *p* τομέα και στην VIA ή 16η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

β) Η ηλεκτρονιακή δομή του αζώτου ($_7$N) σε υποστιβάδες και σε τροχιακά στη θεμελιώδη κατάσταση είναι:

$1s^2$	$2s^2$	$2p^3$		
↑↓	↑↓	↑	↑	↑

Επομένως το άτομο του αζώτου στη θεμελιώδη κατάσταση έχει 3 μονήρη ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα 2*p*.

γ)

i. $H_2N\text{-}CH_2\text{-}COOH + HCl \rightarrow HOOC\text{-}CH_2\text{-}NH_3Cl$

ii. $H_2N\text{-}CH_2\text{-}COOH + NaOH \rightarrow H_2N\text{-}CH_2\text{-}COONa + H_2O$

iii. $H_2N\text{-}CH_2\text{-}COOH + CH_3CH_2OH \rightleftharpoons H_2N\text{-}CH_2\text{-}COOCH_2CH_3 + H_2O$

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
νέο φροντιστήριο

Θέμα 2ο

2.1

α) Να χαρακτηρίσετε ως σωστή (**Σ**) ή λανθασμένη (**Λ**) καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις:

i. Αν ένα ερυθρό αιμοσφαίριο βυθιστεί σε υδατικό διάλυμα υπερτονικό σε σχέση με το ενδοκυτταρικό υγρό του, τότε θα διογκωθεί και μπορεί να προκληθεί αιμόλυση.

ii. 3 mol $CO_2(g)$ σε πίεση 1 atm και θερμοκρασία 25 ^oC έχουν την ίδια ενθαλπία είτε η ποσότητα αυτή σχηματίστηκε από την καύση CH_4 είτε από τη διάσπαση $CaCO_3$.

iii. Για την απλή αντίδραση $A(g) + B(g) \rightarrow 2Γ(g)$, η στιγμιαία ταχύτητα σχηματισμού του Γ μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση $υ_Γ = k\cdot[A]\cdot[B]$.

iv. Η ένωση $CH_3COCH_2CH_3$ όταν αντιδρά με αλκαλικό διάλυμα I_2 παράγει κίτρινο ίζημα, αλλά δεν ανάγει το αμμωνιακό διάλυμα $AgNO_3$. *(μονάδες 4)*

β) Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. *(μονάδες 8)*

Μονάδες 12

2.2 Το στοιχείο Ω ανήκει στην 3η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα και το άτομό του διαθέτει ένα μονήρες ηλεκτρόνιο στη θεμελιώδη κατάσταση.

α) Να προσδιορίσετε τους δυνατούς ατομικούς αριθμούς του στοιχείου Ω. *(μονάδες 3)*

β) Να βρείτε τον ατομικό αριθμό του στοιχείου Ω αν γνωρίζετε ότι έχει τη μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από όλα τα στοιχεία που ανήκουν στην ίδια περίοδο με αυτό. *(μονάδες 2)*

γ)

i. Να συγκρίνετε το μέγεθος των εξής σωματιδίων: Ω και $_{14}Si^{3+}$. *(μονάδα 1)*

ii. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. *(μονάδες 3)*

δ)

i. Να συγκρίνετε την ενέργεια πρώτου ιοντισμού (E_{i1}) των χημικών στοιχείων Ω και $_{12}Mg$. *(μονάδα 1)*

ii. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. *(μονάδες 3)*

Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1

α)

i. Λανθασμένη

ii. Σωστή

iii. Λανθασμένη

iv. Σωστή

β)

i. Αν το ερυθρό αιμοσφαίριο βυθιστεί σε υδατικό διάλυμα υπερτονικό σε σχέση με το ενδοκυτταρικό υγρό του, τότε το ερυθρό αιμοσφαίριο συρρικνώνεται, καθώς ο αριθμός των εισερχομένων μορίων νερού είναι μικρότερος των εξερχόμενων.

ii. Η ενθαλπία είναι μία καταστατική ιδιότητα. Δηλαδή εξαρτάται από την ποσότητα και τις συνθήκες στις οποίες βρίσκεται το σύστημα και όχι από τον τρόπο με τον οποίο το σύστημα έφτασε στην κατάσταση αυτή.

iii. Η ταχύτητα της αντίδρασης δίνεται από τη σχέση $\upsilon = k\cdot[A]\cdot[B]$ ①.

Για την ταχύτητα της αντίδρασης και την ταχύτητα σχηματισμού του Γ ισχύει ότι:

$$\upsilon = \frac{\upsilon_{\Gamma}}{2} \Rightarrow \upsilon_{\Gamma} = 2\cdot\upsilon \quad ②$$

Από τις σχέσεις ①,② $\Rightarrow \upsilon_{\Gamma} = 2\cdot k\cdot[A]\cdot[B]$.

iv. Η ένωση $CH_3COCH_2CH_3$ αντιδρά με αλκαλικό διάλυμα I_2 (ιωδοφορμική αντίδραση) και παράγει κίτρινο ίζημα CHI_3 καθώς έχει τη μορφή $RCOCH_3$, αλλά **δεν** μπορεί να οξειδωθεί από το αντιδραστήριο Tollens, καθώς είναι μια κετόνη.

2.2

α) Αφού το στοιχείο Ω ανήκει στην 3η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα, το άτομό του διαθέτει ηλεκτρόνια σε τρεις στιβάδες. Επομένως η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου (Ω) σε υποστιβάδες και σε τροχιακά στη θεμελιώδη κατάσταση, μπορεί να είναι μια από τις παρακάτω τρεις περιπτώσεις, δεδομένου ότι διαθέτει 1 μονήρες ηλεκτρόνιο στη θεμελιώδη

κατάσταση.

$1s^2$	$2s^2$	$2p^6$			$3s^1$				$Z_1 = 11$
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑				

$1s^2$	$2s^2$	$2p^6$			$3s^2$	$3p^1$			$Z_2 = 13$
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑			

$1s^2$	$2s^2$	$2p^6$			$3s^2$	$3p^5$			$Z_3 = 17$
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑	

Επομένως οι δυνατοί ατομικοί αριθμοί του στοιχείου (Ω) είναι: 11, 13 και 17.

β) Κατά μήκος μιας περιόδου η ατομική ακτίνα ελαττώνεται από τα αριστερά προς τα δεξιά. Αυτό συμβαίνει γιατί όσο πηγαίνουμε προς τα δεξιά του Περιοδικού Πίνακα, αυξάνεται ο ατομικός αριθμός και κατά συνέπεια αυξάνεται το δραστικό πυρηνικό φορτίο του ατόμου (κατά προσέγγιση το φορτίο του πυρήνα μειωμένο κατά το φορτίο των ηλεκτρονίων των εσωτερικών στιβάδων). Έτσι, λόγω μεγαλύτερης έλξης των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας από τον πυρήνα, η ατομική ακτίνα μειώνεται. Επειδή το άτομο του στοιχείου (Ω) έχει τη μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από όλα τα στοιχεία που ανήκουν στην ίδια περίοδο, συμπεραίνουμε ότι το στοιχείο Ω ανήκει στην $1^η$ ή ΙΑ ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Επομένως, ο ατομικός αριθμός του στοιχείου (Ω) είναι Z_1=11.

γ)

i. Το μέγεθος του $_{14}Si^{3+}$ είναι μικρότερο από το μέγεθος του $_{11}Ω$.

ii. Τα δύο σωματίδια – το ιόν $_{14}Si^{3+}$ και το άτομο του $_{11}Ω$ – διαθέτουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων (11 ηλεκτρόνια). Στα ισοηλεκτρονιακά σωματίδια όσο πιο μεγάλο είναι το φορτίο του πυρήνα τόσο ισχυρότερη είναι και η ελκτική δύναμή στα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας, με αποτέλεσμα να ελαττώνεται το μέγεθος του σωματιδίου.

δ)

i. E_{i1} (Ω) < E_{i1} (Mg).

ii. Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου $_{11}Ω$ σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι η εξής: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
νέο φροντιστήριο

Επομένως το στοιχείο $_{11}Ω$ ανήκει στην 1η ή ΙΑ ομάδα και στην 3η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.

Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου $_{12}Mg$ σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι η εξής: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$

Επομένως το στοιχείο $_{12}Mg$ ανήκει στην 2η ή ΙΙΑ ομάδα και στην 3η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.

Παρατηρούμε ότι και τα δύο στοιχεία ανήκουν στην ίδια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Κατά μήκος μιας περιόδου η ενέργεια πρώτου ιοντισμού (E_{i1}) αυξάνεται από τα αριστερά προς τα δεξιά. Αυτό συμβαίνει γιατί όσο πηγαίνουμε προς τα δεξιά του Περιοδικού Πίνακα, αυξάνεται ο ατομικός αριθμός και κατά συνέπεια αυξάνεται το δραστικό πυρηνικό φορτίο του ατόμου. Επομένως, λόγω μεγαλύτερης έλξης των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας, απαιτείται μεγαλύτερο ποσό ενέργειας για την απομάκρυνση του ηλεκτρονίου στο $_{12}Mg$, σε σχέση με το ηλεκτρόνιο στο άτομο του $_{11}Ω$.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
νέο φροντιστήριο

Θέμα 2ο

2.1. Στο εργαστήριο Χημείας διαθέτουμε τέσσερις (4) φιάλες που η καθεμιά περιέχει υδατικό διάλυμα 0,1 M μιας εκ των χημικών ενώσεων CH_3CHO, CH_3COOH, CH_3CH_2OH και HCl.

α) Χρησιμοποιώντας πεχαμετρικό χαρτί και διάλυμα αντιδραστηρίου Fehling να εξηγήσετε με ποιόν τρόπο θα διακρίνετε ποια χημική ένωση περιέχεται σε κάθε διάλυμα. Να θεωρήσετε ότι θ = 25 ^oC. *(μονάδες 6)*

Η ακεταλδεϋδη (CH_3CHO) είναι το προϊόν της ήπιας οξείδωσης της αιθανόλης και αποτελεί το κύριο προϊόν μεταβολισμού της στο ήπαρ.

β) Να γράψετε την αντίδραση της οξείδωσης της αιθανόλης (CH_3CH_2OH) προς ακεταλδεϋδη, από διάλυμα $K_2Cr_2O_7$ οξινισμένου με H_2SO_4. *(μονάδες 2)*

γ) Να εξηγήσετε πως διατάσσονται οι παρακάτω βάσεις κατά σειρά ελαττούμενης ισχύος, σε ορισμένη θερμοκρασία θ ^oC.

CH_3COO^-, $CH_3CH_2O^-$, Cl^-. (μονάδες 4)

Μονάδες 12

2.2.

α) Να γράψετε την ηλεκτρονιακή κατανομή σε υποστιβάδες (στη θεμελιώδη κατάσταση) των στοιχείων ασβέστιο ($_{20}Ca$) και νικέλιο ($_{28}Ni$). *(μονάδες 6)*

β) Ποιο από τα παραπάνω στοιχεία έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα και γιατί; *(μονάδες 4)*

γ) Ποιο από τα παραπάνω στοιχεία χαρακτηρίζεται ως στοιχείο μετάπτωσης και γιατί. *(μονάδες 3)*

Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1

α) Αρχικά θα μετρήσουμε το pH των 4 διαλυμάτων με το πεχαμετρικό χαρτί.

Το διάλυμα που θα περιέχει το ισχυρό οξύ (HCl) θα έχει pH = 1.

Το διάλυμα που περιέχει ασθενές οξύ (CH_3COOH) θα είναι μεν όξινο, αλλά θα έχει pH σαφώς μεγαλύτερο του 1.

Τα διαλύματα που θα έχουν pH = 7 θα περιέχουν τις ενώσεις HCH=O και CH_3CH_2OH, τα διαλύματα των οποίων είναι πρακτικά ουδέτερα.

Σε δείγμα από τα διαλύματα των ενώσεων HCH=O και CH_3CH_2OH θα προσθέσουμε μικρή ποσότητα αντιδραστηρίου Fehling. Το διάλυμα που θα δώσει καστανέρυθρο ίζημα Cu_2O θα περιέχει την αλδεΰδη (HCH=O), ενώ το άλλο διάλυμα που δεν αντιδρά θα περιέχει την αλκοόλη (CH_3CH_2OH).

β) $3\ CH_3CH_2OH + 2\ K_2Cr_2O_7 + 8\ H_2SO_4 \rightarrow 3\ CH_3CHO + 2\ Cr_2(SO_4)_3 + 2\ K_2SO_4 + 11\ H_2O$

γ) Προκειμένου να συγκρίνω τις βάσεις θα συγκρίνω τα αντίστοιχα συζυγή οξέα τους: HCl, CH_3COOH, CH_3CH_2OH. Όσο πιο ισχυρό το συζυγές οξύ, τόσο πιο ασθενής η συζυγής βάση του. Το HCl είναι ισχυρό οξύ, ιοντιζόμενο πλήρως στο νερό, το CH_3COOH είναι ασθενές οξύ, υφιστάμενο μερικό ιοντισμό κατά τη διάλυσή του στο νερό, ενώ η CH_3CH_2OH ως αλκοόλη δεν ιοντίζεται. Συνεπώς εφόσον η σειρά ισχύος των συζυγών οξέων είναι: HCl > CH_3COOH > CH_3CH_2OH, η σειρά ισχύος των συζυγών βάσεων θα είναι: $CH_3CH_2O^-$ > CH_3COO^- > Cl^-.

2.2

α)

$_{20}Ca$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

$_{28}Ni$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$

β) Όπως φαίνεται στην ηλεκτρονιακή κατανομή και τα δύο (2) στοιχεία ανήκουν στην $4^η$ περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Η ατομική ακτίνα (Α.Α) μειώνεται από αριστερά προς τα δεξιά κατά μήκος μιας περιόδου. Αυτό συμβαίνει διότι όσο αυξάνεται ο ατομικός αριθμός (Z), (από αριστερά προς τα δεξιά), μειώνεται το δραστικό πυρηνικό φορτίο (κατά προσέγγιση το φορτίο του πυρήνα μειωμένο κατά το φορτίο των ηλεκτρονίων εσωτερικών στιβάδων), επομένως η έλξη που ασκεί ο πυρήνας στα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στοιβάδας είναι μεγαλύτερη και συνεπώς μειώνεται η ατομική ακτίνα.

Άρα, Α.Α.Ni < Α.Α.Ca.

γ)Το $_{28}Ni$ είναι στοιχείο του τομέα d εφόσον κατά την ηλεκτρονιακή δόμηση του ατόμου του, το τελευταίο ηλεκτρόνιο τοποθετείται σε υποστιβάδα d. Επομένως αυτό είναι το ζητούμενο στοιχείο μετάπτωσης. Επίσης, όλα τα στοιχεία μετάπτωσης είναι μέταλλα.

νέο φροντιστήριο

Θέμα 2ο

2.1 Το στοιχείο Χ ανήκει στην 2η περίοδο και στην 14η (IVA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

α) Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου Χ σε υποστιβάδες, στη θεμελιώδη κατάσταση. *(μονάδες 5)*

β) Να υπολογίσετε τον ατομικό αριθμό του Χ. *(μονάδες 2)*

Μονάδες 7

2.2 Να συμπληρώσετε τα προϊόντα και τους συντελεστές στις επόμενες χημικές εξισώσεις:

α) $K_2Cr_2O_7 + CH_3CHO + H_2SO_4 \rightarrow$

β) $CH_3COOH + K \rightarrow$

Μονάδες 6

2.3 Με βάση τη μοριακή τους δομή, να ταξινομήσετε κατά αύξουσα σειρά την ισχύ των παρακάτω οξέων σε υδατικά διαλύματα: βρωμο-αιθανικό οξύ ($BrCH_2COOH$), διβρωμο-αιθανικό οξύ ($Br_2CHCOOH$) και τριβρωμο-αιθανικό οξύ (Br_3CCOOH) *(μονάδες 6),* αιτιολογώντας την απάντησή σας. *(μονάδες 6)*

Δίνονται οι σειρές ισχύος του επαγωγικού φαινομένου:

-I επαγωγικό φαινόμενο: $-C_6H_5 < -NH_2 < -OH < -I < -Br < -Cl < -F < -CN < -NO_2$.

+I επαγωγικό φαινόμενο: $-H < -CH_3 < -C_2H_5 < -CH(CH_3)_2 < -C(CH_3)_3 < -COO < -O$.

Μονάδες 12

νέο φροντιστήριο

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1

Το στοιχείο Χ ανήκει στην 2η περίοδο και στην 14η (IVA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Συνεπώς, κάθε άτομό του στη θεμελιώδη κατάσταση έχει τα ηλεκτρόνιά του τοποθετημένα σε 2 στιβάδες (K, L), ενώ η ηλεκτρονιακή του δομή για την εξωτερική στιβάδα είναι $ns^2\ np^2$.

α) Η ηλεκτρονιακή του δόμηση σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση θα είναι:

$1s^2\ 2s^2\ 2p^2$.

β) Το στοιχείο Χ έχει 6 ηλεκτρόνια άρα και 6 πρωτόνια και επομένως Z = 6.

2.2

α) $K_2Cr_2O_7 + 3CH_3CHO + 4H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 3CH_3COOH + 4H_2O$

β) $CH_3COOH + K \longrightarrow CH_3COOK + 1/2H_2$

2.3

Η σειρά αύξησης του -I επαγωγικού φαινομένου για μια σειρά υποκαταστατών είναι:

C_6H_5- < $-NH_2$ < -OH < -I < -Br < -Cl < -F < -CN < $-NO_2$

Το βρώμιο προκαλεί -I επαγωγικό το οποίο πολώνει εντονότερα το δεσμό O-H του CH_3COO-H, με αποτέλεσμα να αποσπάται ευκολότερα το H^+.

Δηλαδή αυξάνει την ισχύ του οξέος.

Όσο περισσότεροι υποκαταστάτες, οι οποίοι προκαλούν –I επαγωγικό φαινόμενο, είναι συνδεδεμένοι στη θέση 2 (α θέση) της ανθρακικής αλυσίδας τόσο εντονότερα πολώνεται ο δεσμός RCOO-H, με αποτέλεσμα να αποσπάται ευκολότερα το H^+.

Συνεπώς η σειρά αυξανόμενης ισχύος σε υδατικά διαλύματα για τα ακόλουθα οξέα είναι :

Βρωμο-αιθανικό οξύ ($BrCH_2$-COOH) < διβρωμοαιθανικό οξύ (Br_2CH-COOH) < τριβρωμοαιθανικό οξύ (Br_3C-COOH).

νέο φροντιστήριο

Θέμα 2ο

2.1

α) Να χαρακτηρίσετε ως σωστή (**Σ**) ή λανθασμένη (**Λ**) καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις *(μονάδες 4)*:

i. Δύο υδατικά διαλύματα μοριακών ενώσεων που έχουν την ίδια συγκέντρωση είναι οπωσδήποτε ισοτονικά.

ii. Κατά την εξουδετέρωση 1 mol HCl από 1 mol NaOH εκλύεται το ίδιο ποσό θερμότητας που εκλύεται κατά την εξουδετέρωση 1 mol HF από 1 mol NaOH, όταν οι δύο αντιδράσεις πραγματοποιούνται σε πρότυπη κατάσταση.

iii. Στο τελικό σημείο της ογκομέτρησης υδατικού διαλύματος HCl με υδατικό διάλυμα KOH με δείκτη φαινολοφθαλεΐνη στους 25 °C, το διάλυμα που προκύπτει είναι βασικό. Δίνεται: $pK_{a\ (\text{φαινολοφθαλεΐνης})} = 9{,}7$ στους 25 °C.

iv. Στο προϊόν πολυμερισμού του 1,3-βουταδιενίου όλα τα άτομα άνθρακα έχουν υβριδισμό sp^3.

β) Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. *(μονάδες 8)*

Μονάδες 12

2.2

α) Να προσδιορίσετε τους ατομικούς αριθμούς των στοιχείων (Χ), (Ψ) και (Ω) τα οποία περιγράφονται παρακάτω αιτιολογώντας τις απαντήσεις σας.

i. Το στοιχείο (Χ) είναι το πιο ηλεκτραρνητικό στοιχείο της 3ης περιόδου του Περιοδικού Πίνακα.

ii. Το στοιχείο (Ψ) ανήκει στην 4η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα και έχει την μικρότερη τιμή ενέργειας 1ου ιοντισμού (E_{i1}) από όλα τα στοιχεία της περιόδου αυτής.

iii. Το στοιχείο (Ω) ανήκει στην 1η σειρά των στοιχείων μετάπτωσης και στη θεμελιώδη του κατάσταση διαθέτει 2 μόνο ζεύγη ηλεκτρονίων σε τροχιακά τα οποία έχουν ℓ=2. *(μονάδες 9)*

β) Να δικαιολογήσετε ποιο από τα στοιχεία (Ψ) ή ($_{20}$Φ) έχει την μεγαλύτερη ενέργεια 2ου ιοντισμού (E_{i2}). *(μονάδες 4)*

Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1

α)

i. Λανθασμένη

ii. Λανθασμένη

iii. Σωστή

iv. Λανθασμένη

β)

i. Ισοτονικά χαρακτηρίζονται τα διαλύματα τα οποία έχουν την ίδια ωσμωτική πίεση. Δηλαδή πρέπει να ισχύει η σχέση: $\Pi_1 = \Pi_2 \Rightarrow c_1 \cdot R \cdot T_1 = c_2 \cdot R \cdot T_2 \Rightarrow c_1 \cdot T_1 = c_2 \cdot T_2$.

Οπότε δεν είναι υποχρεωτικά ισοτονικά δύο υδατικά διαλύματα μοριακών ενώσεων όταν έχουν την ίδια συγκέντρωση, αλλά όταν έχουν ίσο το γινόμενο $c \cdot T$.

ii. Κατά την εξουδετέρωση ισχυρού οξέος (όπως HCl) με ισχυρή βάση (όπως NaOH) η τιμή της ΔH^o_n είναι περίπου σταθερή και ίση με -57,1 kJ/mol, ανεξάρτητα από το είδος του οξέος ή της βάσης που χρησιμοποιούμε. Κατά την εξουδετέρωση όμως ασθενούς οξέος (όπως HF) από ισχυρή βάση (όπως NaOH) ένα μέρος της εκλυόμενης ενέργειας δαπανάται για τον ιοντισμό του ασθενούς οξέος. Συνεπώς στη $2^η$ εξουδετέρωση εκλύεται προς το περιβάλλον μικρότερο ποσό θερμότητας σε σχέση με την $1^η$ εξουδετέρωση.

iii. Το σημείο όπου παρατηρείται χρωματική αλλαγή του ογκομετρούμενου διαλύματος ονομάζεται τελικό σημείο ή πέρας ογκομέτρησης. Η περιοχή pH αλλαγής χρώματος ενός δείκτη υπολογίζεται από τη σχέση $pK_{a\,(HΔ)} - 1 < pH < pK_{a\,(HΔ)} + 1$. Επομένως η περιοχή pH αλλαγής χρώματος του δείκτη φαινολοφθαλεΐνη είναι: $8,7 < pH < 10,7$. Οπότε στο τελικό σημείο της ογκομέτρησης το διάλυμα που έχει προκύψει είναι βασικό.

iv. Ο πολυμερισμός του 1,3-βουταδιενίου περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:

$$\nu CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2 \longrightarrow (-CH_2{-}CH{=}CH{-}CH_2-)_\nu$$

1,3-βουταδιένιο Buna

Στο προϊόν πολυμερισμού του 1,3-βουταδιενίου δεν έχουν όλα τα άτομα άνθρακα υβριδισμό sp^3. Αυτά που συμμετέχουν στο σχηματισμό διπλού ομοιοπολικού δεσμού έχουν υβριδισμό sp^2 όπως φαίνεται στον παρακάτω συντακτικό τύπο.

$$(\text{-}\underset{sp^3}{CH_2}\text{-}\underset{sp^2}{CH}\text{=}\underset{sp^2}{CH}\text{-}\underset{sp^3}{CH_2}\text{-})_v$$

2.2

α)

i. Επειδή το στοιχείο (Χ) ανήκει στην 3η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα έχει κατανεμημένα τα ηλεκτρόνιά του στις τρεις πρώτες στιβάδες. Η ηλεκτραρνητικότητα σε μια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά – σε αυτή τη σύγκριση δεν περιλαμβάνονται τα ευγενή αέρια – οπότε το στοιχείο (Ψ) ανήκει στην 17η (VIIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Επομένως η ηλεκτρονιακή κατανομή σε υποστιβάδες του στοιχείου (Χ) στη θεμελιώδη κατάσταση είναι: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$ και έχει $Z_{(X)}= 17$.

ii. Επειδή το στοιχείο (Ψ) ανήκει στην 4η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα έχει κατανεμημένα τα ηλεκτρόνιά του στις 4 πρώτες στιβάδες. Η ενέργεια 1ου ιοντισμού (E_{i1}) αυξάνεται σε μια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα από αριστερά προς τα δεξιά. Οπότε την μικρότερη E_{i1} θα έχει το στοιχείο που βρίσκεται στην 1η (IA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Επομένως η ηλεκτρονιακή κατανομή του στοιχείου (Ψ) στη θεμελιώδη κατάσταση είναι: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$ και έχει $Z_{(\Psi)}= 19$.

iii. Η 1η σειρά των στοιχείων μετάπτωσης βρίσκεται στην 4η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα, οπότε το στοιχείο (Ω) έχει κατανεμημένα τα ηλεκτρόνιά του στις 4 πρώτες στιβάδες. Με δευτερεύοντα κβαντικό αριθμό $\ell = 2$ χαρακτηρίζονται τα τροχιακά υποστιβάδας *d*. Για να διαθέτει 2 μόνο ζεύγη ηλεκτρονίων σε τροχιακά της υποστιβάδας *d*, πρέπει να διαθέτει συνολικά 7 ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα αυτή. Επομένως η ηλεκτρονιακή δομή του στοιχείου (Ω) στη θεμελιώδη κατάσταση είναι: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^7\ 4s^2$ και έχει $Z_{(\Omega)}= 27$.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

νέο φροντιστήριο

$1s^2$	$2s^2$	$2p^6$			$3s^2$	$3p^6$			$3d^7$					$4s^2$
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑	↑	↑↓

Επομένως οι ατομικοί αριθμοί των στοιχείων (Χ), (Ψ) και (Ω) είναι αντίστοιχα: 17, 19 και 27.

β) Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του στοιχείου ($_{19}$Ψ) σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση καθώς και οι ηλεκτρονιακές δομές των ιόντων του $_{19}Ψ^{+}$ και $_{19}Ψ^{2+}$ κατά τον 1ο και 2ο ιοντισμό, είναι αντίστοιχα:

Θεμελιώδης κατάσταση $_{19}$Ψ(g): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$

1ος ιοντισμός $_{19}Ψ^{+}$(g): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

2ος ιοντισμός $_{19}Ψ^{2+}$(g): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$

Για το στοιχείο ($_{20}$Φ) η ηλεκτρονιακή του δομή σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση καθώς και κατά τον 1ο και 2ο ιοντισμό είναι:

Θεμελιώδης κατάσταση $_{20}$Φ(g): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2$

1ος ιοντισμός $_{20}Φ^{+}$(g): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$

2ος ιοντισμός $_{20}Φ^{2+}$(g): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

Το άτομο του στοιχείου ($_{19}$Ψ) διαθέτει στη θεμελιώδη κατάσταση ένα μόνο ηλεκτρόνιο στην εξωτερική του στιβάδα. Κατά τον 1ο ιοντισμό του προκύπτει το κατιόν ($_{19}Ψ^{+}$) το οποίο έχει αποκτήσει πολύ σταθερή δομή ευγενούς αερίου. Η απομάκρυνση ενός επιπλέον ηλεκτρονίου κατά τον 2ο ιοντισμό απαιτεί σημαντικά μεγαλύτερο ποσό ενέργειας καθώς έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια της ιδιαίτερα σταθερής δομής ευγενούς αερίου. Επιπροσθέτως κατά τον 2ο ιοντισμό η απομάκρυνση του ηλεκτρονίου από το $_{19}Ψ^{+}$ γίνεται από τη στιβάδα Μ (n=3) ενώ από το ιόν $_{20}Φ^{+}$ γίνεται από τη στιβάδα Ν (n=4).

Επομένως η ενέργεια 2ου ιοντισμού (E_{i2}) του στοιχείου $_{19}$Ψ είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια 2ου ιοντισμού (E_{i2}) του στοιχείου $_{20}$Φ.

νέο φροντιστήριο

Θέμα 2ο

2.1

α) Να χαρακτηρίσετε ως σωστή (**Σ**) ή λανθασμένη (**Λ**) καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις *(μονάδες 4)*:

i. Το κανονικό πεντάνιο έχει υψηλότερο σημείο βρασμού από το 2,2-διμέθυλο-προπάνιο στις ίδιες συνθήκες πίεσης.

ii. Σε μια αντίδραση καύσης, ισχύει ότι η ενθαλπία των προϊόντων είναι μεγαλύτερη από την ενθαλπία των αντιδρώντων.

iii. Δίνεται η χημική εξίσωση: $C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$. Η σωστή έκφραση της σταθεράς ισορροπίας, είναι: $K_c = \frac{[CO]^2}{[C]\cdot[CO_2]}$.

iv. Μπορούμε να διακρίνουμε στο σχολικό εργαστήριο με τη χρήση ενός πεχαμέτρου ένα υδατικό διάλυμα αιθανόλης (CH_3CH_2OH) 1 M ($K_a = 10^{-16}$) από ένα υδατικό διάλυμα φαινόλης (C_6H_5OH) 1 M ($K_a = 10^{-10}$), τα οποία βρίσκονται στους 25 °C.

β) Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. *(μονάδες 8)*

Μονάδες 12

2.2 Για τα χημικά στοιχεία **(Φ)**, **(Χ)** και **(Ψ)** δίνονται οι παρακάτω πληροφορίες:

- **(Φ)** είναι το 1ο αλογόνο του Περιοδικού Πίνακα.
- **(Χ)** διαθέτει στη θεμελιώδη του κατάσταση μόνο 8 ηλεκτρόνια με n = 3 και ℓ = 2.
- **(Ψ)** είναι η 3η αλκαλική γαία του Περιοδικού Πίνακα.

α) Να υπολογίσετε τους ατομικούς αριθμούς των στοιχείων **(Φ)**, **(Χ)** και **(Ψ).** *(μονάδες 6)*

β) Να προσδιορίσετε σε ποια περίοδο, σε ποιο τομέα και ποια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα ανήκει το στοιχείο **(Χ)**. *(μονάδες 3)*

γ) Το χημικό στοιχείο **(Χ)** μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καταλύτης κατά την αντίδραση υδρογόνωσης του αιθενίου, η οποία περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:

$$CH_2{=}CH_2(g) + H_2(g) \xrightarrow{\mathbf{X}(s)} CH_3{-}CH_3(g).$$

i. Να εξηγήσετε αν η συγκεκριμένη κατάλυση χαρακτηρίζεται ομογενής ή ετερογενής *(μονάδες 1)*.

ii. Να εξηγήσετε με βάση ποια θεωρία μπορεί να ερμηνευθεί ικανοποιητικά η καταλυτική δράση του **Χ**(s) στη συγκεκριμένη αντίδραση υδρογόνωσης. *(μονάδες 3)*

νέο φροντιστήριο

Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1

α)

i. Σωστή

ii. Λανθασμένη

iii. Λανθασμένη

iv. Σωστή

β)

i. Ανάμεσα στα μόρια του κανονικού πεντανίου αλλά και ανάμεσα στα μόρια του 2,2-διμέθυλο-προπανίου αναπτύσσονται αποκλειστικά δυνάμεις διασποράς. Υψηλότερο σημείο βρασμού θα έχει η ένωση με τις ισχυρότερες δυνάμεις μεταξύ των μορίων της. Επειδή οι δύο αυτές ενώσεις είναι ισομερείς – δηλαδή έχουν ίδια σχετική μοριακή μάζα – η ισχύς των δυνάμεων διασποράς εξαρτάται από το σχήμα των μορίων. Γενικώς τα ευθύγραμμα μη πολωμένα μόρια εμφανίζουν ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις από τα διακλαδισμένα μη πολωμένα, γιατί στα γραμμικά μόρια γίνεται καλύτερη επαφή – αλληλεπίδραση – μεταξύ των μορίων τους.

Επομένως το κανονικό πεντάνιο, έχει υψηλότερο σημείο βρασμού σε σχέση με το 2,2-διμεθυλοπροπάνιο στις ίδιες συνθήκες πίεσης.

ii. Οι αντιδράσεις καύσης είναι εξώθερμες. Συνεπώς θα πρέπει να ισχύει ότι:

$\Delta H < 0 \Rightarrow H_{(\text{προϊόντων})} - H_{(\text{αντιδρώντων})} < 0 \Rightarrow H_{(\text{προϊόντων})} < H_{(\text{αντιδρώντων})}$.

Επομένως, σε μια αντίδραση καύσης, ισχύει ότι η ενθαλπία των προϊόντων είναι μικρότερη από την ενθαλπία των αντιδρώντων.

iii. Για τη χημική εξίσωση: $C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$. Η σωστή έκφραση της σταθεράς ισορροπίας είναι: $K_c = \frac{[CO]^2}{[CO_2]}$. Η συγκέντρωση του στερεού C(s) παραλείπεται από την έκφραση της K_c, καθώς αυτή είναι ανεξάρτητη από την ποσότητά του.

iv. Η αιθανόλη CH_3CH_2OH επειδή έχει $K_a = 10^{-16}$ στους 25 °C, είναι ασθενέστερο οξύ από το νερό. Οπότε το υδατικό διάλυμα της αιθανόλης έχει ουδέτερο pH (pH = 7 στους 25 °C).

Η φαινόλη C_6H_5OH έχει $K_a = 10^{-10}$ στους 25 °C, οπότε είναι ισχυρότερο οξύ από το νερό. Οπότε

μπορούμε να γράψουμε την εξίσωση που περιγράφει την αντίδραση ιοντισμού της:

$C_6H_5OH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H_3O^+$.

Συνεπώς το υδατικό διάλυμα της φαινόλης είναι όξινο. (pH < 7 στους 25 ^oC).

Επομένως μπορούμε να διακρίνουμε στο σχολικό εργαστήριο με τη χρήση ενός πεχαμέτρου ένα υδατικό διάλυμα CH_3CH_2OH 1 M ($K_a = 10^{-16}$) από ένα υδατικό διάλυμα φαινόλης C_6H_5OH 1 M ($K_a = 10^{-10}$) τα οποία βρίσκονται στους 25 ^oC.

2.2

α) Με βάση τις πληροφορίες που δίνονται οι ηλεκτρονιακές δομές σε υποστιβάδες για τα χημικά στοιχεία **(Φ)**, **(Χ)** και **(Ψ)** είναι αντίστοιχα:

- **(Φ)** : $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$ και έχει $Z_{(Φ)} = 9$.
- **(Χ)** : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^8\ 4s^2$ και έχει $Z_{(X)} = 28$.
- **(Ψ)** : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2$ και έχει $Z_{(Ψ)} = 20$.

Επομένως οι ατομικοί αριθμοί των στοιχείων **(Φ)**, **(Χ)** και **(Ψ)** είναι αντίστοιχα: 9, 28 και 20.

β) Το χημικό στοιχείο **(Χ)** ανήκει στην $4^η$ περίοδο, στον τομέα *d* και στην VIIIB ή $10^η$ ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

γ)

i. Η συγκεκριμένη κατάλυση είναι ετερογενής, καθώς σε άλλη φάση βρίσκονται τα αντιδρώντα (αέρια) και σε άλλη ο καταλύτης (στερεός).

ii. Η συγκεκριμένη ετερογενής κατάλυση μπορεί να ερμηνευθεί ικανοποιητικά με τη θεωρία προσρόφησης. Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, τα αέρια αντιδρώντα $CH_2{=}CH_2$ και H_2 προσροφώνται στην επιφάνεια του στερεού καταλύτη (Χ). Κάτω από τις συνθήκες αυτές οι δεσμοί των αντιδρώντων μορίων διασπώνται και σχηματίζονται οι δεσμοί των προϊόντων. Η καταλυτική δράση πραγματοποιείται σε σχετικά μικρό αριθμό σημείων του καταλύτη Χ(s), που ονομάζονται ενεργά κέντρα του καταλύτη.

Θέμα 2ο

Το υδρογόνο (H_2) χρησιμοποιείται σήμερα από την ανθρωπότητα είτε ως πρώτη ύλη στη χημική βιομηχανία είτε ως καύσιμο. Παράγεται σε εξαιρετικά μεγάλο ποσοστό κατά την αναμόρφωση του μεθανίου (CH_4) που περιέχεται στο φυσικό αέριο, παρουσία ατμού και καταλυτών. Κεντρικό στάδιο της διαδικασίας αποτελεί η αμφίδρομη χημική αντίδραση, η οποία περιγράφεται με τη θερμοχημική εξίσωση (1) που δίνεται χωρίς αριθμητικούς συντελεστές: $\boldsymbol{\alpha}\, CH_4(g) + \boldsymbol{\beta}\, H_2O\,(g) \rightleftharpoons \boldsymbol{\gamma}\, CO(g) + \boldsymbol{\delta}\, H_2(g)\,, \Delta H > 0.\ (1)$

α)

i. Να αντικαταστήσετε στη θερμοχημική εξίσωση (1) τα **α, β, γ, δ** με τους κατάλληλους αριθμητικούς συντελεστές. *(μονάδες 2)*

ii. Να εξηγήσετε το είδος του υβριδισμού που εμφανίζει το άτομο του άνθρακα στο μεθάνιο, καθώς και τη διαμόρφωση του μορίου του μεθανίου στον χώρο. Δίνεται ότι ο άνθρακας έχει ατομικό αριθμό Z = 6 και το υδρογόνο έχει ατομικό αριθμό Z = 1. *(μονάδες 4)*

β) Στην πρώτη γραμμή του Πίνακα 1 δίνεται η αρχική σύσταση του μίγματος ισορροπίας στον αντιδραστήρα όπου πραγματοποιείται η αντίδραση (1). Στη συνέχεια μεταβάλλεται κάποιος παράγοντας της χημικής ισορροπίας και η σύσταση τροποποιείται. Η σύσταση του μίγματος στη νέα θέση ισορροπίας περιγράφεται στη δεύτερη γραμμή του Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Σύσταση μίγματος ισορροπίας για την χημική αντίδραση (1)

	Συστατικό			
Ποσότητες συστατικών μίγματος (mol)	$CH_4(g)$	$H_2O\,(g)$	$CO\,(g)$	$H_2(g)$
Αρχική χημική ισορροπία	5	5	20	60
Νέα χημική ισορροπία	6	6	19	57

i. Να εξηγήσετε προς ποια κατεύθυνση έχει μετατοπιστεί η θέση της χημικής ισορροπίας μετά την εφαρμοζόμενη μεταβολή. *(μονάδες 5)*

ii. Να εξηγήσετε ποια από τις παρακάτω μεταβολές παράγοντα της χημικής ισορροπίας έχει οδηγήσει το σύστημα στη νέα θέση χημικής ισορροπίας.

α) Προστέθηκε στο μίγμα της αντίδρασης αδρανές αέριο άζωτο.

β) Αφαιρέθηκε ποσότητα μεθανίου από το μίγμα της αντίδρασης.

γ) Ελαττώθηκε η θερμοκρασία στην οποία πραγματοποιείται η αντίδραση.

(μονάδες 5)

νέο φροντιστήριο

γ) Στις βιομηχανικές μονάδες όπου πραγματοποιείται η αντίδραση (1) χρησιμοποιείται ως καταλύτης μεταλλικό νικέλιο (Ni(s)) πάνω σε στερεό υπόστρωμα οξειδίου του αργιλίου (Al_2O_3(s)).

i. Να εξηγήσετε σε ποιον τομέα του Περιοδικού Πίνακα ανήκει το νικέλιο ($_{28}$Ni). *(μονάδες 3)*

ii. Να προσδιορίσετε το πλήθος των μονήρων ηλεκτρονίων που διαθέτει το άτομο του νικελίου στη θεμελιώδη κατάσταση. *(μονάδες 2)*

iii. Να γράψετε μία ακόμη ιδιότητα (εκτός από την καταλυτική δράση) των στοιχείων που ανήκουν στον ίδιο τομέα με το νικέλιο. *(μονάδες 2)*

iv. Να χαρακτηρίσετε την κατάλυση ως ομογενή ή ετερογενή και να αναφέρετε το όνομα της θεωρίας που ερμηνεύει τον τρόπο δράσης του καταλύτη. *(μονάδες 2)*

Μονάδες 25

νέο φροντιστήριο

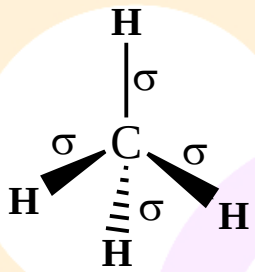
Ενδεικτικές απαντήσεις

α)

i. Είναι α= 1, β= 1, γ= 1, δ= 3 και η θερμοχημική εξίσωση (1) έχει ως εξής:

$$CH_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + \mathbf{3}\ H_2(g), \Delta H > 0. (1)$$

ii. Στο μεθάνιο το άτομο του άνθρακα σχηματίζει τέσσερις σ-δεσμούς, επομένως ο υβριδισμός των ατομικών τροχιακών του άνθρακα είναι τύπου sp^3 και σχηματίζονται τέσσερις ισοδύναμοι δεσμοί με τα άτομα του υδρογόνου τύπου sp^3-s.



iii. Τα τέσσερα sp^3 υβριδικά τροχιακά κατευθύνονται στις κορυφές τετραέδρου, επομένως το μόριο του μεθανίου θα έχει τετραεδρικό σχήμα.

β)

i. Παρατηρούμε ότι μετά τη μεταβολή του παράγοντα της χημικής ισορροπίας, οι ποσότητες των CH_4 και H_2O έχουν αυξηθεί, ενώ αυτές των CO_2 και H_2 έχουν ελαττωθεί. Επομένως η θέση χημικής ισορροπίας έχει μετατοπιστεί προς τα αριστερά.

ii. Έχει ελαττωθεί η θερμοκρασία στην οποία πραγματοποιείται το πείραμα (μεταβολή **γ**). Η αντίδραση (1) είναι ενδόθερμη, επομένως με την ελάττωση της θερμοκρασίας, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, η θέση της χημικής ισορροπίας θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά (προς την εξώθερμη κατεύθυνση). Στην περίπτωση της μεταβολής (α), η θέση της χημικής ισορροπίας δεν επηρεάζεται, ενώ στην περίπτωση της μεταβολής (β) η ποσότητα του μεθανίου στη νέα θέση χημικής ισορροπίας θα έπρεπε να είναι μικρότερη από την αρχική.

γ)

i. Το $_{28}Ni$ θα έχει ηλεκτρονιακή δομή: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$ και θα ανήκει στον τομέα *d* αφού τα ηλεκτρόνια μέγιστης ενέργειας τοποθετούνται σε υποστιβάδα *d*.

ii. Στο άτομο του νικελίου στη θεμελιώδη κατάσταση με εξαίρεση την υποστιβάδα *3d* οι υπόλοιπες υποστιβάδες που διαθέτουν ηλεκτρόνια είναι πλήρως συμπληρωμένες. Επομένως δεν διαθέτουν μονήρη ηλεκτρόνια. Τα οκτώ ηλεκτρόνια της υποστιβάδας *3d* σύμφωνα με τον κανόνα του Hund συμπληρώνουν τρία από τα πέντε τροχιακά της και ημισυμπληρώνουν τα

υπόλοιπα δύο τροχιακά, όπως φαίνεται στο σχήμα:

↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑

Επομένως το άτομο του νικελίου στη θεμελιώδη κατάσταση διαθέτει δύο μονήρη ηλεκτρόνια.

iii. Τα στοιχεία του τομέα *d* (στοιχεία μετάπτωσης) εμφανίζουν σειρά κοινών ιδιοτήτων. όπως:

α. Έχουν μεταλλικό χαρακτήρα

β. Έχουν πολλούς αριθμούς οξείδωσης

γ. Σχηματίζουν έγχρωμες ενώσεις

δ. Σχηματίζουν σύμπλοκα ιόντα

ε. Είναι παραμαγνητικά

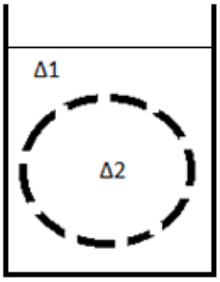
(Αρκεί να αναφερθεί μία από τις παραπάνω ιδιότητες).

iv. Η κατάλυση είναι ετερογενής, δεδομένου ότι τα αντιδρώντα είναι στην αέρια φάση ενώ ο καταλύτης είναι στερεός. Η ετερογενής κατάλυση ερμηνεύεται με τη θεωρία της προσρόφησης.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
νέο φροντιστήριο

Θέμα 2ο

2.1 Μοριακό διάλυμα ζάχαρης (διάλυμα Δ1) συγκέντρωσης c_1 = $5 \cdot 10^{-3}$ M έρχεται σε επαφή με μοριακό διάλυμα ουρίας συγκέντρωσης c_2 = $2 \cdot 10^{-2}$ M (διάλυμα Δ2), ίδιας θερμοκρασίας, που βρίσκεται μέσα σε περίβλημα από ελαστική ημιπερατή μεμβράνη όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



α) Αιτιολογήστε αν θα αυξηθεί ή θα ελαττωθεί ο όγκος του διαλύματος Δ2. *(μονάδες 4)*

β) Να εξηγήσετε ποιο από τα Δ1 ή Δ2 είναι το υποτονικό διάλυμα. *(μονάδες 2)*

Μονάδες 6

2.2 Υδατικά διαλύματα μεθανάλης (φορμαλδεΰδης, CH_2O ή HCH=O) χρησιμοποιούνται σε εργαστήρια ιστολογίας για τη συντήρηση ζωϊκών ιστών και την προετοιμασία κυτταρικών παρασκευασμάτων για μικροσκόπηση.

α) Να εξηγήσετε αν στη μεθανάλη αναπτύσσεται π-ομοιοπολικός δεσμός. Δίνεται ότι ο άνθρακας έχει ατομικό αριθμό $Z = 6$. *(μονάδες 4)*

β) Να εξηγήσετε ποιον τύπο υβριδισμού εμφανίζει το άτομο του άνθρακα στο μόριο της μεθανάλης. *(μονάδες 5)*

Μονάδες 9

2.3 Η μεθανάλη συμμετέχει σε αντιδράσεις Grignard που οδηγούν στην παρασκευή αλκοολών.

α) Να εξηγήσετε ποια από τις αλκοόλες i, ii ή iii μπορεί να παρασκευαστεί με αντίδραση μεταξύ της μεθανάλης και κατάλληλου αντιδραστηρίου Grignard. *(μονάδες 4)*

i. $CH_3C(CH_3)(CH_3)OH$ ii. $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ iii. $CH_3CH_2CH(OH)CH_3$

νέο φροντιστήριο

β) Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις μέσω των οποίων παρασκευάζεται η αλκοόλη που επιλέξατε στο ερώτημα α όταν αντιδρά η μεθανάλη με το κατάλληλο αντιδραστήριο Grignard. *(μονάδες 6)*

Μονάδες 10

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1

α) Ο όγκος του διαλύματος Δ2 θα αυξηθεί. Εφόσον πρόκειται για αραιά μοριακά διαλύματα που βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία, η ωσμωτική πίεση κάθε διαλύματος είναι ανάλογη της συγκέντρωσής του σύμφωνα με τη σχέση του Van t' Hoff, Π= c·R·T. Η συγκέντρωση του Δ1 σε ζάχαρη είναι μικρότερη από τη συγκέντρωση του Δ2 σε ουρία. Μέχρις ότου εξισωθούν οι ωσμωτικές πιέσεις των δύο διαλυμάτων περισσότερα μόρια νερού θα εισέρχονται στο Δ2 από το Δ1 σε σχέση με αυτά που θα απομακρύνονται από το Δ2 προς το Δ1. Επομένως ο όγκος του διαλύματος Δ2 θα **αυξηθεί**.

β) Μεταξύ δύο διαλυμάτων, υποτονικό λέγεται το διάλυμα που έχει **μικρότερη** τιμή ωσμωτικής πίεσης. Μεταξύ των Δ1 και Δ2 το **Δ1** θα είναι το υποτονικό διάλυμα αφού έχει μικρότερη τιμή ωσμωτικής πίεσης από το Δ2.

2.2

α) Το άτομο του άνθρακα στο μόριο της μεθανάλης σχηματίζει έναν διπλό δεσμό με το άτομο του οξυγόνου. Στον διπλό δεσμό ο ένας είναι σ-δεσμός κι ο δεύτερος είναι π-δεσμός. Επομένως στην μεθανάλη υπάρχει ένας π-δεσμός.

β) Οι απλοί δεσμοί μεταξύ του άνθρακα και των ατόμων υδρογόνου είναι σ-δεσμοί. Όπως ήδη αναφέρθηκε μεταξύ του άνθρακα και του οξυγόνου σχηματίζεται ένας σ- και ένας π-δεσμός. Επομένως, ο άνθρακας θα έχει τρία υβριδικά τροχιακά τύπου sp^2 και ένα τροχιακό τύπου p κάθετο στο επίπεδο των υβριδικών τροχιακών όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί:

Θεμελιώδης κατάσταση: $1s^2$ $2s^2$ $2p_x^1$ $2p_y^1$ $2p_z$

↑↓	↑↓	↑	↑	

Προωθημένη κατάσταση: $1s^2$ $2s^1$ $2p_x^1$ $2p_y^1$ $2p_z^1$

↑↓	↑	↑	↑	↑

Υβριδισμός sp^2: $1s^2$ $2p_z^1$

↑↓	↑	↑	↑	↑

sp^2

Έτσι, ο άνθρακας σχηματίζει 2 σ-δεσμούς τύπου sp^2-s με άτομα Η και 1 σ-δεσμό τύπου sp^2-p με το Ο, και έναν π-δεσμό με επικάλυψη p τροχιακών του C και Ο. Επομένως, ο άνθρακας

εμφανίζει υβριδισμό sp^2 στο μόριο της μεθανάλης.

2.3

α) Η αλκοόλη ii.

Όταν η μεθανάλη συμμετέχει σε αντιδράσεις Grignard προκύπτουν, μετά την υδρόλυση του προϊόντος, αποκλειστικά πρωτοταγείς αλκοόλες. Η μοναδική πρωτοταγής αλκοόλη μεταξύ των τριών επιλογών είναι η **αλκοόλη ii**.

β) Προκειμένου να προκύψει η αλκοόλη ii (1- βουτανόλη) μέσω αντίδρασης Grignard, πρέπει το οργανομαγνησιακό αντιδραστήριο να διαθέτει τρία άτομα άνθρακα σε ευθύγραμμη αλυσίδα, άρα πρόκειται για το $CH_3CH_2CH_2MgX$.

Η σειρά των αντιδράσεων έχει ως εξής:

$CH_3CH_2CH_2MgX + CH_2=O \rightarrow CH_3CH_2CH_2CH_2\text{-}O\text{-}MgX$

$CH_3CH_2CH_2CH_2\text{-}O\text{-}MgX + H_2O \rightarrow CH_3CH_2CH_2CH_2OH + Mg(OH)X$

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
νέο φροντιστήριο

Θέμα 2ο

2.1 Ο βόρακας είναι ένα ορυκτό άλας του στοιχείου βόριο ($_5B$). Αποτελεί συστατικό των απορρυπαντικών πλυντηρίου και ενισχύει τις καθαριστικές τους ιδιότητες, ενώ διαλύματά του χρησιμοποιούνται και ως εντομοκτόνα, παρασιτοκτόνα και μυκητοκτόνα.

α) Να χαρακτηρίσετε ως σωστή (**Σ**) ή λανθασμένη (**Λ**) καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις που αφορούν στο στοιχείο βόριο.

i. Το άτομο του βορίου στη θεμελιώδη κατάσταση διαθέτει ένα μονήρες ηλεκτρόνιο.

ii. Το ευγενές αέριο που βρίσκεται στην ίδια περίοδο με το βόριο στον Περιοδικό Πίνακα, έχει ατομικό αριθμό ίσο με 18.

iii. Το άτομο του βορίου έχει τη μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από τα άτομα όλων των στοιχείων της ομάδας του Περιοδικού Πίνακα στην οποία ανήκει.

iv. Στην ένωση BF_3 στο άτομο του βορίου σχηματίζονται τρία ισότιμα υβριδικά τροχιακά sp^2.

(μονάδες 4)

β) Να εξηγήσετε καθεμία από τις παραπάνω απαντήσεις σας. *(μονάδες 8)*

Δίνεται ο ατομικός αριθμός του φθορίου που είναι Z = 9.

Μονάδες 12

2.2 Μετά από αντίδραση του βόρακα με ισχυρά οξέα παράγεται βορικό οξύ, αραιά υδατικά διαλύματα του οποίου χρησιμοποιούνται ως ήπια απολυμαντικά και καθαριστικά οφθαλμολογικά διαλύματα.

α) Η αντίδραση του βόρακα με διάλυμα υδροχλωρίου περιγράφεται από την παρακάτω χημική εξίσωση (1) που δίνεται χωρίς αριθμητικούς συντελεστές.

$$Na_2B_4O_7(s) + HCl(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3BO_3(aq) + NaCl(aq) \quad (1)$$

i. Να ισοσταθμίσετε την χημική εξίσωση (1). *(μονάδες 3)*

ii. Να χαρακτηρίσετε την χημική εξίσωση (1) ως οξειδοαναγωγική ή μεταθετική και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. *(μονάδες 4)*

β) Το βορικό οξύ με θέρμανση πάνω από τους 170 °C μετατρέπεται σε μεταβορικό οξύ, αντίδραση όπως περιγράφεται από τη χημική εξίσωση (2).

$$H_3BO_3(s) \rightarrow HBO_2(s) + H_2O(g) \quad (2)$$

i. Αν ισχύει για τις πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού ότι: $\Delta H_f^o(H_3BO_3(s))$ = κ kJ·mol^{-1}, $\Delta H_f^o(HBO_2(s))$ = λ kJ·mol^{-1} και $\Delta H_f^o(H_2O(g))$ = μ kJ·mol^{-1}, να επιλέξετε ποια από τις παρακάτω τιμές αντιστοιχεί στην πρότυπη ενθαλπία της αντίδρασης (2). *(μονάδες 1)*

α. ΔH^o = κ - λ - μ kJ·mol^{-1}

β. ΔH^o = λ + μ - κ kJ·mol^{-1}

γ. ΔH^o = κ + λ + μ kJ·mol^{-1}

δ. ΔH^o = λ - μ - κ kJ·mol^{-1}

ii. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. *(μονάδες 5)*

Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1

α)

i. Σωστή

ii. Λανθασμένη

iii. Λανθασμένη

iv. Σωστή

β)

i. Το βόριο έχει ατομικό αριθμό Z=5. Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του βορίου στη θεμελιώδη κατάσταση είναι: $1s^2 2s^2 2p^1$. Επομένως το άτομο του βορίου στη θεμελιώδη κατάσταση διαθέτει ένα μονήρες ηλεκτρόνιο.

ii. Σύμφωνα με την ηλεκτρονιακή του διαμόρφωση τα ηλεκτρόνια μέγιστης ενέργειας στο άτομο του βορίου στη θεμελιώδη κατάσταση τοποθετούνται στη στιβάδα L που χαρακτηρίζεται από κύριο κβαντικό αριθμό n=2. Επομένως το βόριο ταξινομείται στη δεύτερη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Τα ευγενή αέρια (με εξαίρεση το ήλιο) έχουν στην εξωτερική τους στιβάδα οκτώ ηλεκτρόνια και δομή ns^2np^6. Επομένως το ευγενές αέριο της δεύτερης περιόδου θα έχει ηλεκτρονιακή δομή $1s^2 2s^2 2p^6$. Το άτομο του ευγενούς αερίου διαθέτει δέκα ηλεκτρόνια, άρα και δέκα πρωτόνια στον πυρήνα του. Επομένως ο ατομικός αριθμός του ευγενούς αερίου που βρίσκεται στην ίδια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα με το βόριο είναι Z= 10.

iii. Σε μία ομάδα του Περιοδικού Πίνακα η ατομική ακτίνα **αυξάνεται** καθώς προχωρούμε από πάνω προς τα κάτω. Αυτό συμβαίνει γιατί καθώς κινούμαστε προς τα κάτω τον περιοδικό πίνακα (προστίθενται στιβάδες στο άτομο), μεγαλώνει η απόσταση των ηλεκτρονίων εξωτερικής στιβάδας - πυρήνα, οπότε η έλξη των ηλεκτρονίων εξωτερικής στιβάδας - πυρήνα μειώνεται και συνεπώς η ατομική ακτίνα αυξάνεται.

iv. Για την ερμηνεία των δεσμών στο μόριο του BF_3 έχουμε σχετικά με την ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου B:

Θεμελιώδης κατάσταση: $1s^2$ $2s^2$ $2p_x^1$ $2p_y$ $2p_z$

↑↓	↑↓	↑		

νέο φροντιστήριο

Προωθημένη κατάσταση: $1s^2$ $2s^1$ $2p_x^1$ $2p_y^1$ $2p_z$

↑↓	↑	↑	↑	

Υβριδισμός sp^2:

$1s^2$				$2p_z$
↑↓	↑	↑	↑	

sp^2

Επομένως, στο άτομο του Β σχηματίζονται τρία ισότιμα υβριδικά τροχιακά (sp^2), με συνδυασμό ενός *s* και δύο *p* ατομικών τροχιακών.

Το F με ατομικό αριθμό Z = 9 έχει ηλεκτρονιακή δομή $1s^2 2s^2 2p^5$ και ένα μονήρες ηλεκτρόνιο σε τροχιακό *p* όπως φαίνεται στο σχήμα:

$1s^2$	$2s^2$	$2p^5$		
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑

Επομένως με τα sp^2 υβριδικά τροχιακά του ατόμου του Β επικαλύπτονται τα *p* ατομικά τροχιακά των ατόμων F στην ένωση BF_3.

2.2

α)

i. Για την αντίδραση (1) ισχύει:

$$Na_2B_4O_7(s) + \mathbf{2}\ HCl(aq) + \mathbf{5}\ H_2O(l) \rightarrow \mathbf{4}\ H_3BO_3(aq) + \mathbf{2}\ NaCl(aq)$$

ii. Η αντίδραση (1) είναι μεταθετική, επειδή δεν μεταβάλλεται ο αριθμός οξείδωσης των στοιχείων που συμμετέχουν σ' αυτήν, όπως φαίνεται παρακάτω:

$$\overset{+1}{Na_2}\overset{+3}{B_4}\overset{-2}{O_7}(s) + \mathbf{2}\ \overset{+1}{H}\overset{-1}{Cl}(aq) + \mathbf{5}\ \overset{+1}{H_2}\overset{-2}{O}(l) \rightarrow \mathbf{4}\ \overset{+1}{H_3}\overset{+3}{B}\overset{-2}{O_3}(aq) + \mathbf{2}\ \overset{+1}{Na}\overset{-1}{Cl}(aq)$$

β)

i. Η σωστή απάντηση είναι η **β**.

ii. Για την πρότυπη ενθαλπία της αντίδρασης (2) ισχύει:

$\Delta H^o = \Sigma\Delta H_f^o$(προϊόντων) - $\Sigma\Delta H_f^o$(αντιδρώντων)

Επομένως είναι: $\Delta H^o = \Delta H_f^o(HBO(s)) + \Delta H_f^o(H^2O(g)) - \Delta H_f^o(H_3BO_3(s)) \Rightarrow$

$$\Delta H^o = \lambda\ kJ\cdot mol^{-1} + \mu\ kJ\cdot mol^{-1} - \kappa\ kJ\cdot mol^{-1} \Rightarrow$$

$$\Delta H^o = (\lambda + \mu - \kappa)\ kJ\cdot mol^{-1}$$

(Εναλλακτικά μπορούν να γραφούν οι αντιδράσεις σύνθεσης των τριών σωμάτων που συμμετέχουν στην αντίδραση (2) και να συνδυαστούν κατάλληλα προκειμένου να προκύψει η ζητούμενη αντίδραση και η τιμή της

ενθαλπίας της, σύμφωνα με τον νόμο των Lavoisier- Laplace και τον νόμο του Hess).

νέο φροντιστήριο

Θέμα 2ο

2.1 Δίνονται τα χημικά στοιχεία: θείο $_{16}S$, μαγνήσιο $_{12}Mg$ και πυρίτιο $_{14}Si$.

α) Να γράψετε την κατανομή των ηλεκτρονίων σε υποστιβάδες για τα άτομα S, Mg και Si στη θεμελιώδη κατάσταση. *(μονάδες 3)*

β) Να κατατάξετε τα στοιχεία αυτά κατά σειρά αυξανόμενης τιμής ενέργειας πρώτου ιοντισμού. *(μονάδες 2)* Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. *(μονάδες 4)*

Μονάδες 9

2.2 Να συμπληρώσετε τα προϊόντα και τους συντελεστές στις επόμενες χημικές εξισώσεις:

α) $KMnO_4 + CH_3OH + H_2SO_4 \longrightarrow$ (πλήρης οξείδωση)

β) $CH_3OH + Na \longrightarrow$

Μονάδες 4

2.3 Δίνεται η αντίδραση που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:

$$H_2O_2(aq) + 2\ NaI(aq) + 2\ HCl(aq) \rightarrow 2\ NaCl(aq) + I_2(aq) + 2\ H_2O(l)$$

Ο νόμος της ταχύτητας της αντίδρασης έχει προσδιοριστεί πειραματικά και είναι ο ακόλουθος:

$\upsilon = k \cdot [H_2O_2] \cdot [NaI]$

Για κάθε μία από τις παρακάτω μεταβολές, να εξηγήσετε την επίδρασή της στην τιμή της αρχικής ταχύτητας της παραπάνω αντίδρασης (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή).

α) Προσθήκη αρχικά, διαλύματος HCl στο διάλυμα στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση, διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία.

β) Αύξηση της θερμοκρασίας του διαλύματος στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση.

γ) Προσθήκη ίσου όγκου διαλύματος NaI, ίδιας συγκέντρωσης, στο διάλυμα στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση σε σταθερή θερμοκρασία.

δ) Προσθήκη καταλύτη με σταθερή θερμοκρασία.

Μονάδες 12

νέο φροντιστήριο

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1

α) Το άτομο του θείου ($_{16}S$) περιέχει: πρωτόνια = 16 και συνεπώς ηλεκτρόνια = 16. Η ηλεκτρονιακή του δομή σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$.

Το άτομο του του μαγνησίου ($_{12}Mg$) περιέχει: πρωτόνια = 12 και συνεπώς ηλεκτρόνια = 12. Η ηλεκτρονιακή του δομή σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$.

Το άτομο του πυριτίου ($_{14}Si$) περιέχει: πρωτόνια = 14 και συνεπώς ηλεκτρόνια = 14. Η ηλεκτρονιακή του δομή σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$.

β) Στο άτομο του θείου τα ηλεκτρόνια, στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι κατανεμημένα σε τρεις στιβάδες (K, L και M). Συνεπώς το θείο ανήκει στην τρίτη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Το τελευταίο ηλεκτρόνιο έχει τοποθετηθεί στην υποστιβάδα 3*p*, άρα ανήκει στον τομέα *p*.

Στο άτομο του μαγνησίου τα ηλεκτρόνια, στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι κατανεμημένα σε τρεις στιβάδες (K, L και M). Συνεπώς το μαγνήσιο ανήκει στην τρίτη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Το τελευταίο ηλεκτρόνιο έχει τοποθετηθεί στην υποστιβάδα 3*s*, άρα ανήκει στον τομέα *s*.

Στο άτομο του πυριτίου τα ηλεκτρόνια, στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι κατανεμημένα σε τρεις στιβάδες (K, L και M). Συνεπώς το πυρίτιο ανήκει στην τρίτη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Το τελευταίο ηλεκτρόνιο έχει τοποθετηθεί στην υποστιβάδα 3*p*, άρα ανήκει στον τομέα *p*.

Σε μια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα η ενέργεια 1ου ιοντισμού (E_{i1}) αυξάνεται με την αύξηση του ατομικού αριθμού. Άρα αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά .

Συνεπώς για την ενέργεια 1ου ιοντισμού των στοιχείων ισχύει: E_{i1} (Mg) < E_{i1} (Si) < E_{i1}(S)

2.2

α) $6\ KMnO_4 + 5\ CH_3OH + 9\ H_2SO_4 \longrightarrow 3\ K_2SO_4 + 6\ MnSO_4 + 5\ CO_2 + 19\ H_2O$

β) $CH_3OH + Na \longrightarrow CH_3ONa + \frac{1}{2} H_2$

2.3

α) Από τον νόμο ταχύτητας $\upsilon = k \cdot [H_2O_2] \cdot [NaI]$, προκύπτει ότι η συγκέντρωση του HCl δεν επηρεάζει την ταχύτητα της αντίδρασης. Η προσθήκη όμως επιπλέον διαλύματος HCl αρχικά στο δοχείο αυξάνει τον όγκο του διαλύματος των αντιδρώντων και συνεπώς μειώνεται η

συγκέντρωση του H_2O_2 και του NaI. Άρα η τιμή της αρχικής ταχύτητας της αντίδρασης μειώνεται.

β) Αύξηση της θερμοκρασίας του διαλύματος προκαλεί αύξηση της μέσης κινητικής ενέργειας των αντιδρώντων μορίων, με συνέπεια να αυξάνεται ο αριθμός των αποτελεσματικών συγκρούσεων. Συνεπώς η τιμή της αρχικής ταχύτητας της αντίδρασης αυξάνεται.

γ) Η προσθήκη διαλύματος NaI ίδιας συγκέντρωσης με αυτή του διαλύματος που πραγματοποιείται η αντίδραση, δεν μεταβάλλει τη συγκέντρωση του αντιδρώντος NaI. Όμως αυξάνει τον όγκο του διαλύματος των αντιδρώντων. Συνεπώς μειώνεται η συγκέντρωση του H_2O_2. Η συγκέντρωση του H_2O_2 συμμετέχει στον νόμο ταχύτητας της αντίδρασης. Μείωση της συγκέντρωσής του συνεπάγεται μείωση της τιμής της αρχικής ταχύτητας της αντίδρασης.

δ) Η προσθήκη καταλύτη μειώνει την ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης, που οδηγεί σε αύξηση της τιμής της αρχικής ταχύτητας της αντίδρασης.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
νέο φροντιστήριο